LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

RECEIVED

日本水產學會誌

第十五卷 第九號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 15, No. 9, 1950

目次

ムラサキイガイの放卵放精 第1報 生殖器官に見られる放出過程 …… 岩田清二 439

ムラサキイガイの放卵放精 第2報 電氣刺戟による放出誘発 …… 岩田清二 443

イボニシのマガキ稚貝に対する加害機構について …… 田中彌太郎 447

イカナゴの生態に就て (第1報) …… 井上明 458

冷凍メカジキの綠変現象に関する研究 第1報 綠変肉よりイソ吉草酸類似物質の分離 …… 天野慶之 469

海獣胃中の蛋白消化酵素に就て (第3報) I. 凍結法による酵素溶液の濃縮 II. 鯨 Pepsin の消化至適温度 …… 高岡道夫・石原義雄・小川周三・西野一彦 475

ハマグリ產卵期の研究 I. 昭和22年東京湾におけるハマグリの產卵期 …… 滝庸 479

水族に対する汚濁物質の影響をみる試驗裝置について …… 富山哲夫・井上明 487

硫化物及亜硫酸塩の鯉に対する有害度に及ぼす pH の影響 …… 富山哲夫・川朝義 491

廣島湾におけるノリ胞子附着について (第1報) …… 藤田正夫・本田信・下中元信 496

魚肉鮮度の呈色鑑別法 第1報 p-キノンと魚臭成分の呈色反應 …… 小幡彌太郎・座間宏一 499

アミノ酸混合物の不良味成分に就て (第1報) …… 新田忠雄・乾淑子 505

魚肉蛋白質に関する研究 第1報 鯉肉 Myosin の物理化学的性狀 …… 須山三千三 507

昭和二十五年

日本水產學會

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

CONTENTS

Pages

Spawning of *Mytilus edulis*.
(1) Discharging Process of Reproductive Substances from Genital Organ. ——K. S. IWATA 437

Spawning of *Mytilus edulis*.
(2) Discharge by Electrical Stimulation. ——K. S. IWATA 443

Injuring Mechanisms of Oyster Drill (*Purpura clavigera*) to Young Oyster (*Ostrea gigas*). ——Y. TANAKA 447

An Ecological Note on the Sand-eel, *Ammodytes personatus* (Girard). ——I. INOUE 458

Studies on the Green Discoloration of Frozen Swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus).
I. Isolation of Iso-valeric Acid-like Substance from the Green-colored Flesh ——K. AMANO 469

Protease in the Stomachs of Marine Mammals. (III)
——M. TAKAOKA, Y. ISHIHARA, S. OGAWA and K. NISHINO 475

Spawning Season of *Meretrix luzoria* (Bivalves) in Tokyo Bay in 1947. ——I. TAKI 479

On an Apparatus Which is Useful in Carrying out Experiments of the Effect of Polluting Substances upon Aquatic Organisms. ——T. TOMIYAMA and A. INOUE 487

The Effect of pH upon Toxic Effects of Sulfide and of Sulfite to Young Carp ——T. TOMIYAMA and A. YAMAKAWA 491

On the Fixation of the Spores of the Laver, *Porphyra tenera*, in the Bay of Hiroshima. 1.
——J. FUJITA, N. HONDA and M. SHITANAKA 496

The Color Reaction Method for the Judgement of the Fish Meat Freshness.
(1) The Color Reaction of the Component Responsible for the Fish-oder against p-Quinone.
——Y. OBATA and K. ZAMA 499

The Bad Taste of Amino-acids Mixture (I). ——T. NITTA and Y. INUI 505

Studies on the Fish Protein. 1. On Physicochemical Properties of Myosin Isolated from Carp-fish. ——M. SUYAMA 507

ムラサキイガイの放卵放精
第1報　生殖器官に見られる放出過程※

（昭和 24 年 5 月 2 日受理）

岩　田　清　二

（水　產　試　驗　場）

Spawning of *Mytilus edulis*.
(1) Discharging Process of Reproductive Substances from Genital Organ.

K. S. IWATA

SYNOPSIS

The genital organ of *Mytilus edulis* is observable through the very thin and somewhat transparent body wall. The follicle liberates the reproductive substances perhaps by the contraction of its muscle fibres In fact, when a strip of mantle is dipped in KCl solution, the reproductive substances run out of the cut ends of follicles or genital canals only during the contracting phase, but not during the relaxing phase of the strip. The reproductive substances, which were pushed into the genital canal from the follicles are transferred through the gonoduct to the genital process by the cilliary movements of the epithelium of the canal, and no muscular activity such as peristalsis can be observed. Genital process sometimes exhibits a vigorous contraction or a rhythmical pulsation during the course of spawning.

二枚貝が放卵放精する有樣を外部から觀察した報文は少なくないが，生殖物質が生殖巢から生殖孔まで運ばれ，体外に放出される過程を觀察したものは，調査した範囲では殆んど見当らなかつた。

今多數回ムラサキイガイ *Mytilus edulis* の自然產卵や放精を觀察し，又塩化カリを余分に含む海水中に暫く浸すなどの方法によつて，人爲的に生殖物質の放出を起させることが出來た。既に宮崎氏[1]が述べているように，本種では一旦放卵放精が始まると外套膜に刺激を與えても，又室中に取り出して閉殼させても，その間暫く放出が止むだけで，常態に戻すと直ちに開殼し放出が續けられる。閉殼筋を殼からはがし，片方の殼を取り去つてから海水中に戻しても，もとのまゝ放出が續けられるので殼內の放出過程を觀察するのに便利である。更に又本種では体壁がかなり透明な爲に双眼顯微鏡下で內部の構造を漸く透視することが出來るので，生殖物質が小胞から生殖孔まで運ばれる有樣を詳細に觀察することが出來たので，こゝにその結果を述べる。

1. 生　殖　巢

本種の生殖巢は內臟囊の內部のみならず，外套膜の內部にも廣く分布している。双眼顯微鏡下で外套

* 水產試驗場業績　第 128 號　(1949)

1) 宮崎一老　1935　水講研究報告　31. (1), 1.

膜を見ると，生殖輸小管（genital canal）から細管（follicular tubule）が分枝し，その周囲に多数の小胞（follicle）がついているのが見える（Fig. 1）。

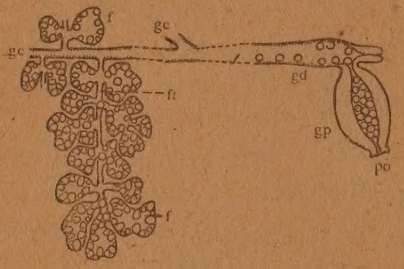


Fig. 1 Schematic representation of genital organ of *Mytilus edulis*.
f: follicle
ft: follicular tubule
gc: genital canal
gd: gonoduct
gp: genital process
po: genital pore

卵や精の充満している小胞は黄白色を呈している。雌の場合には小胞内に充満した卵のみならず細管内にも所々に遊離した卵を明瞭に見ることが出来る。そして放出時以外には細管内の卵が移動することがないので，こゝでは管壁の纖毛運動によつて生殖物質が移動するのだとは思われない。

放出中のものの小胞を見ても外観上大した変化は認められないが，外套膜の一部を切り出すと暫時の間細管や生殖輸小管の切り口から生殖物質が陸続として出される。暫くするとも早全然出されなくなるが，KCl 溶液中に浸すと再び同様に連続した條になつて切り口から出されてくる。この溶液中でも数分乃至数十分間で止んでしまうが，充分な時間海水中に戻して置いてから又 KCl 溶液中に入れると，更に放出させることが出来る。外套膜の切片を KCl 溶液中に入れてからその長さを測定して見ると，最初の数分間急激に收縮するが，收縮が最大に達した後は逆に次第々々に伸びて旧長に復して行く（Fig. 2）。切片で小胞の切り口から生殖物質が放出されるのはこの急激に收縮しつゝある間のみなのであつて，伸び出すとも早全然出されない。從つて KCl 溶液中で小胞から生殖物質が出されるのは全く小胞の周囲にある筋肉纖維の痙攣によることが明らかである。生殖輸小管の切り口からも陸続として生殖物質が出されるが，この場合には小胞から切り口まで移動するのに相当時間がかゝるので，それだけ放出開始が遅れ，又持続時間も小胞の切り口から出される場合に比べて遙かに長い。出される卵は大形な熟した卵のみならず，小形で胚胞の明瞭な未熟な卵も出されるので，あらかじめ小胞や細管内に遊離していたものが押し出されるのみならず，未熟な未だ小胞内で成長しつゝあつたものまでしぼり出されることが判るのである。

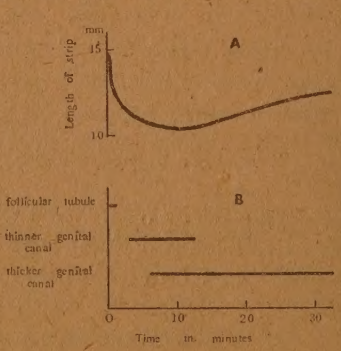


Fig. 2 An example of period of sperm discharge from the cut ends of canals in relation to the K-contracture of mantle strip.
A: K-contracture of mantle strip in KCl solution.
B: Period of discharge from the cut ends of canals.

外套膜の一部を切り出すと暫くの間切り口から生殖物質が出されるのも，切断が激しい刺激となつて筋肉纖維が強く收縮する爲に，全く K- 痙攣の場合と同様な経過をたどつて生殖物質が小胞から遊離され押し出されてくるものと思われる。

2. 生殖輸管

片方の殻を除去し外套膜と鰓とを裏返して鰓の基部を露出すると，生殖輸管（gonoduct）の最終の部分を観察することが出来る（Fig. 3）。外套膜の表面からも生殖輸管から分枝した生殖輸小管

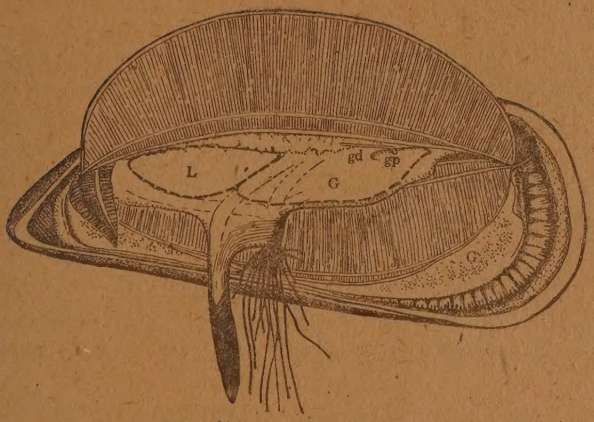


Fig. 3 *Mytilus edulis*, one side of which the mantle and the gills are turned in order to show the position of gonoduct and genital process.
G: gonad
L: liver
gd: gonoduct
gp: genital process

(genital canal) を透視することが出來る。

放出時小胞から遊離した生殖物質は，上述のように生殖巢内の筋肉纖維の强い收縮によつて，細管を通つて生殖輸小管内に押し出される。生殖輸小管及びそれに續く生殖輸管の内面は纖毛上皮で蔽われその纖毛運動によつて生殖物質は生殖輸管最後の部分迄運ばれる。この間蠕動運動樣のものは輸管に全然認められないのみならず，輸管の途中で靜止している卵がないことや，輸管末端附近では，管壁に沿つては正常通り開口部の方に卵が運ばれているのに，管の中央部では逆に元來た方へ押し流されているものが往々にして見られることなどからも，輸管内での生殖物質の搬送は全く纖毛運動によるものであると結論される。管央部で逆に流されている卵があることは次のようにして理解される。卽ち纖毛による水流は管壁に沿つては末端の方に向つているが，末端が閉じている時は，そこで方向を変えて管央を逆流する筈で卵もその逆向きの水流に乘つたものと思われる。

3. 生殖突起部

かくして生殖物質は輸管末端まで運ばれてこゝに集積される。相当量集積すると生殖物質は突起 (genital process) を通り開口 (genital pore) から鰓上腔内に出される。突起は吻狀で内臟囊上縁の後端より稍々前方に位している (Fig. 1 & 3)。突起は筋肉質である。放出時には開口が開いて生殖物質が連續的に出されることも，時々開口が閉ぢて斷續的に出されることも，又突起全体の强い律動的收縮によつて勢よく斷續的に出されることもある。連續的に出される場合には輸管上皮の纖毛運動によるものと思われる。突起の律動的收縮は非常に特長があつて，開口が閉ぢて生殖物質が多量に集積した爲に膨大した突起は靜止の狀態から急に激しい律動的收縮を始める。生殖物質は一部は開口から强く押し出されるのみならず，一部は逆に輸管末端に押し戻されることもある。集積された生殖物質は數回の收縮によつて全く放出されてしまうが，律動のみはなおも益々激しく續けられてから次第に弱まり，律動間の時間間隔も間延びして，やがて全く微弱となり止んでしまう。暫くして又輸管末端に生殖物質が集積されると再び同樣な過程が繰り返えされる。

突起の律動運動乃至强い收縮は臟神經節又は頭臟神經の後半を刺激しても誘起させることが出來るが生殖突起より前方の頭臟神經を刺激しても，頭神經節や足神經節を刺激しても收縮させることは出來ない。從つてこの收縮の中樞は臟神經節に存するものと思われる。

4. 殻外放出

生殖突起から出された生殖物質は正常の場合には出水流に乗つて速やかに殻外に運ばれるのであるが水流が殆んどない場合にも，内臓嚢上縁の纖毛運動により鰓上腔内に落ち，こゝの上皮層の纖毛運動により出水管に運ばれ，更に出水管上皮の纖毛によつて殻外に運ばれる。此の場合，内臓嚢上縁から鰓上腔内に運ばれずに鰓の上に運ばれ，更に鰓の溝に沿つてその腹縁に運ばれる場合もある。粘液によつて沢山の卵がまとめられて塊状に入水孔附近から出される場合や，精液の流れが出水管からのみならず，殻の腹縁や後縁からも出される場合はこのようにして出されるのである。

考　　察

緒言に述べた如く生殖物質が生殖器官内を運ばれる過程を観察した報告は殆んど見当らないが，只 Galtsoff[2] は放卵中のカキで輸管中を卵が纖毛運動によつて運ばれるのを観察している。又彼は切片標本から，小胞の壁にある筋肉は生殖物質を遊離させるのに役立つのだろうと述べ，ほゞ著者の観察結果と同様なことを推論している。

KCl による放出誘発はウニで Harvey[3] が始めて見た処であるが，其の後飯田氏[4] は生殖巣筋肉の K-痙縮によるのだろうと述べている。著者[5] もシオフキ其の他の二枚貝に中性カリ塩を注射して放出を起させ得ることを報告し，同様 K- 痙縮が放出の原因であろうと推論したが直接の証明に欠けていた。其の後カミクラゲでも KCl 溶液中で放卵放精が起ることが報ぜられたが（久米[6]），その機構に関しては知られていない。著者の今回の実験で，KCl 溶液中で急激に収縮しつゝある間だけ小胞から生殖物質がしぼり出され，弛緩し出すとも早出されないことは生殖巣筋肉纖維が K イオンによつて痙縮する爲に放出されるとする直接の証拠となると思う。

正常の放出も生殖巣の筋肉が收縮する爲であるか否かは今にわかに論断することは出来ないが，少なくとも今迄実験した範囲では，生殖巣の筋肉纖維を強く收縮させれば放出を人爲的に起させることが出来た。開殻するとムラサキイガイでは殆んど必ず少量ながら生殖物質を放出するが，この場合にも閉殻筋の切断や，外套膜を殻からはがすことなどが刺激となつて軟体部全体が強く收縮する爲であると思われる。又電氣刺激を與えて体を強く收縮させても放出を起させることが出来る。

外套膜の切片を KCl 溶液中に浸すと，細管からは收縮しつゝある数分間のみしか生殖物質が出されぬのに，外套膜内に注入した場合には数時間にも亘り生殖孔から出されるが，これには與奮した生殖巣の範囲と，生殖巣から生殖孔までの距離が問題なのである。換言すれば，生殖孔から最も近い小胞からしぼり出された生殖物質の中最も早く生殖孔に達するものと，生殖孔から最も遠い小胞から出された生殖物質の中最も遅く生殖孔に達するものとの差が数時間あると云うに外ならない。

生殖突起の律動的收縮に関しても著者はこれまで報告されたものを知らない。この律動運動は殻内の激しい水流と共に卵や精を散布するのに役立つものと思われる。

終りに臨み本報文の御校閲を賜つた瀧庸博士に対し厚く感謝の意を表する。

---

2) Galtsoff, P. S. 1938 Biol. Bull., **74**, 461.
3) Harvey, E. B. 1940 Biol. Bull., **79**, 363.
4) 飯田俊武，1942 動雑，**54**，280.
5) 岩田清二，1947 日水誌，**13**，188 & 237.
6) 久米又三，1948 採集と飼育，**10**，(2)，270.

ムラサキイガイの放卵放精
第2報　電氣刺激による放出誘發※

（昭和 24 年 5 月 2 日受理）

岩　田　清　二

（水　產　試　驗　場）

Spawning of *Mytilus edulis*.
(2) Discharge by Electrical Stimulation.

K. S. IWATA

SYNOPSIS

The spawning or the ejaculation can be induced in *Mytilus edulis* by a faradic stimulation (50 cycles). A stimulation of 20 volts, and 5 seconds duration is sufficient to induce the discharge of every ripe mussel. About 1 hour after the stimulation the mussel begins to discharge the reproductive substances. The reaction time and the duration of stimulation have no definite relation to the strength or to the duration of stimulation. The mode of discharge by an electrical stimulation is quite the same as the natural spawning or ejaculation. The ova thus discharged are all matured and can be easily fertilized by spermatozoa, which can be discharged also by the same way as the ova.

著者は先にシオフキ其の他の二枚貝に中性カリ塩類を注射して高率に生殖物質を放出させ得ることを報告した[1]。その際この現象には生殖巢の筋肉纖維がKイオンによつて強く痙縮することが最も大きく関與していると思われると述べた。その後ムラサキイガイを用いて，生殖巢がその中に入り込んでいる外套膜中央部の切片を KCl の溶液に浸すと，やはり小胞や生殖輸管の切り口などから生殖物質が流れ出るが，小胞から出るのは切片が急激に收縮しつゝある間のみであつて伸び出すとも早放出が終つてしまうことを見た[2]。これは明らかに生殖巢の筋肉纖維が收縮することが放出に関係あることを示すものである。それならば電氣刺激によつても筋肉纖維は收縮するであろうから，電氣的に刺激を與えて生殖物質を放出させることは出來なかろうか。これを確める爲に本実驗を行つた。その結果人爲的放出法としては，少なくともイガイに関する限り，実に確実であり，樣式は自然放出の場合と少しも違わなかつた。又生殖巢を切り出して得た卵と精とを用いては殆んど全く人工受精不可能な本種に於てさえ，このようにして放出させた卵と精とを用いれば極めて容易に人工受精を行うことが出來るのである。即ち人工受精に適した卵と精とを人工的に得ることが出來た。

材　料　と　方　法

材料のムラサキイガイは千葉縣五井地先垂下式養殖ガキの筏に附着したものである。先ず材料をよく水洗し，両殻間に径 6 mm の硝子棒を挿入し半開きとし，殻頂部の内部に海水で濕らせた脫脂綿の小片を押し込む。それを外径 15 mm の上端を拡げた管瓶に，貝の水管を下にして殻の後端部を入れる。

---

* 水產試驗場業績　第 129 號　(1949)
1) 岩田清二　1947　本誌，**13**，188 & 237.
2) 岩田清二　1949　本誌，**15**，439

Fig. 1

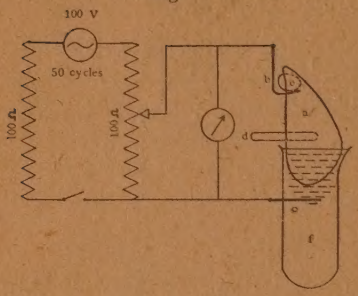


Fig. 1. Diagrammatic illustration of the arrangement used for the experiment.
a: sea mussel
b, c; stimulating electrodes, Ag-AgCl type
d: glass rod, 6 mm in diameter, inserted between the valves
e: cotton wool, wetted with sea water
f: glass vessel, filled with sea water

管瓶には予め海水を充たして置く。電極の一方は管瓶の海水中に，他方は殻頂部に入れた脱脂綿の下にあてがう。電極は Ag-AgCl 型の不分極電導子を用いた。電源としては 50 サイクル，100 V. の交流を用い，これを potential divider で適当に電圧を下げて刺激電流とした。一定時間，一定電圧で刺激した後には，直ちに挿入した脱脂綿と硝子棒とを取り去り，海水を充したシヤーレ中に貝を移してこれを観察した。

實驗結果

1. 放出の様式

有効な電氣刺激を與えると軟体部は強く收縮する。刺激を止め，挿入した硝子棒を取り去ると，直ちに固く殻を閉す。数十分間閉殻のまゝでいるが，やがて徐々に殻が開き出し，外套膜の緣が殻外に現われる。入水孔からは殆んど必ず粘液でまるめられた汚物が出される。やがて出水管から強い水流が出るようになると暫くして，この水流に乘つて生殖物質が出されて來る。精の場合には水流に乘つてのみ出されるが，卵の場合にはその他に粘液によつて沢山の卵が塊状にまとめられて水管を傳わり，纖毛運動によつて殻外に運び出されるものもある。放卵の場合にも放精の場合にも，多量のものが出される時には連続して出されるが，放出の初期や末期には断続的に時々出されるに過ぎない。

Table 1. Intensity and duration of stimulation, rate of discharged animal and reaction time.

Stimulation		Number of tested	Number of discharged	Mean of reaction time minutes	Deviation range of reaction time
volt	second				
5	5	5	1	57	57
5	10	5	1	28	28
5	15	5	2	66	65～ 67
10	5	5	3	66	47～ 77
10	10	5	4	47	28～ 78
10	15	5	4	77	54～113
20	5	5	5	51	35～ 68
20	10	5	5	50	39～ 59
20	15	5	5	80	64～128
30	10	5	4*	69	42～ 92

* Undischarged animal was opened and proved that its gonad was empty.

これらの放出様式は全く自然の場合と何等の差異を認めることも出來なかつた。

2. 刺激強度と刺激時間

50 サイクルの交流では 20 V（実効値）以上で 5 秒以上刺激すると殆んど総ての成熟した個体に放出させることが出來た。刺激電圧を低めて行くと 10 V では放出しない個体が出るようになり，5 Vでは極めて不確実低率になつてしまつた。（第一表）

3. 反 應 時 間

刺激強度や刺激時間を色々に変えても，放出開始までの反應時間には明らかな差異は認められなかつた。20 秒以内の刺激では刺激最中又は直後に放出が始まつたことはなく，最も短い場合で刺激後 28 分最も長い場合で 120 分後に放出が始まつた（第1表）。50 分乃至 70 分の反應時間のものが最も普通であつた。然し一度電氣刺激を與えて放出させ，放出終了後余り時間を置かずに再び刺激すると反應時間が著しく短くなる傾向が見られた。然し半日位置いて再び刺激したのでは最も早反應時間の短縮は見られなかつた。

4. 放出持續時間

放出持続時間は個体により著しい差があり，僅かに数分で止んだ場合もあり，又2時間以上にも及んだ場合もあつたが，これも刺激の強さや刺激時間には明らかな関係は見られなかつた。要するに生殖巣内に熟した生殖物質が多量にある場合には長時間放出が続けられ，熟したものが殆んどない場合には極く短時間で止んでしまうものと思われる。即ち一旦與えた刺激が有効となつて放出が始まると，多くの場合殆んど凡ての成熟した生殖物質を放出し盡してしまうらしく，其の後更に強い刺激を與えても全く放出しないか，又は前回よりも遙に少量しか放出しないことが多い。然し之には例外が少くなく，同一強度の刺激を繰り返し與えて何度も同じ位の量を放出したことも，又初めよりも2度目の方が反つて放出量が多いことさえあつた。

5. 刺激に對する感應部位

具に第1図のような裝置で刺激を與えると全身の筋肉が收縮するが，同時に神経にも，心臓にも当然反應が起つている筈である。電氣刺激が如何ように動物体に働いて放出反應が起るのであろうか，これを見る爲に生殖巣が入り込んでいる外套膜の中央部から長さ 20 mm，巾 7 mm 位の大きさの一片を切り取り，それに直接電氣刺激を與えてみた。両端に Ag-AgCl 型の線狀電極を裝置した長さ 36 mm，巾 12 mm，深さ 1 mm の小硝子水槽に海水を充し，この外套膜片を入れ，カバーグラスをかけて第1図と同様な回路で交流刺激を與えた。この切片に 30 v 以上の電圧をかけると切片が幾分收縮し，細管の切り口から生殖物質が飛び出し，間もなく生殖輸管の切り口からも生殖物質が押し出されてくる。從つて神経節の興奮があずからなくても放出反應が起り得ることは明らかであつて，生殖巣の筋肉繊維自身乃至は生殖巣内に入り込んだ神経末梢の興奮のみで充分なのである。

この場合にも刺激電流を短時間與え，切断後相当時間たつて生殖輸管から生殖物質が流れ出し，かなり長時間続くのが見られる。一例をあげれば，雌の外套膜片に 40 v の交流刺激を 10 秒間與えた処，1つの生殖輸管の切り口からは刺激後 8 秒たつて放出が始まり約 1 分 10 秒間続いた。顯微鏡の視野内に同時に見えていた他の生殖輸管の切り口からは刺激終了 50 秒後に始めて放出が始まり約3分間続いて止んだ。

要するに刺激後放出開始までの時期は小胞から切り口までの距離によつて定まり，又持続時間はその生殖輸管に連結している小胞の範囲とその内容物たる生殖物質の量によつて定まるものと思われる。

6. 放出生殖物質の性狀と人工受精

電氣刺激によつて放出された精子は極めて活潑に運動している。卵も殆んど全部が既に胚胞の消滅したよく熟した卵のみで，胚胞の消えかけのものが僅に見出される程度である。

このようにして放出させた卵と精とを用いて殆んど 100 %に人工受精を行うことが出來，其の後の発生も極めて順調であつた。切り出した生殖巢から得られる卵は小形のものや，胚胞の明瞭なものなど未熟なものが非常に多く，その中から成熟したものを選別することは容易なことではなく，殆んど全く受精不可能[3)4)]なのに比べればこの場合と格段の相違がある。しかし何度も刺激を繰り返えすと未熟な卵や小形な卵が幾分混じてくることがあるが，このような卵は比重が軽く水流に乘つて遠くへ流し去られる爲，近くに落ちた卵を集めればよく熟したもののみを集めることが出來る。

終りに臨み本報告の御校閲を賜つた瀧庸博士に厚く感謝の意を表する。

---

3) Mathews, A. 1913 J. Mar. Biol. Assoc., N. S., 9.
4) Irving, A. F. 1921 Bull. U. S. Bur. Fish., 38.

イボニシのマガキ稚貝に對する加害機構について※

(昭和 24 年 5 月 2 日受理)

田中彌太郎

(水產試驗場)

Injuring Mechanisms of Oyster Drill (*Purpura clavigera*) to Young Oyster (*Ostrea gigas*).

Y. TANAKA

SYNOPSIS

The present paper includes the results of my work on the injuring mechanisms of *Purpura clavigera* of 32 mm in mean height to young oysters of 15 mm in mean height in a summer month from August 7 th to September 7 th, 1947, at Mangoku-ura, Miyagi Prefecture.

An oyster drill can kill 40 % of 60 young oysters in a summer month and an oyster about in a day. Drills injure oysters to death by boring a hole always on the right valve of oyster in 3 manners of attack; thus the penetrated hole, the non-penetrated hole on the valve and the edge of valve is encroached semicircularly. Oysters were all killed by these 3 manners of attack. Drills seem not to select the peculiar part of oyster because every part of right valve is attacked (Fig. 1). But the holes bored are by far the most abundant at the peripheral part of valve. The definite relationship between the situation of hole and the size of oyster and drill is unrecognizable, but there is a tendency that the larger the individuals are, the more frequently oysters are bored at their periphery and that the smaller the individuals are, the much more oysters are killed by the drills. The situation of hole on the valve of oyster seems to be determined by the size of oyster drill, the place and the direction of attack and the length of proboscis of drill.

A single oyster has always a single hole on the valve and no more than 2 holes. The penetrated hole is inverted conical in shape with the outer hole being always larger than the inner hole. A greater part of holes are nearly circular or elliptical in outline. The major axes of outer and inner holes are in line with or parallel with each other or nearly so. The outer and inner holes are measured 1.3 mm and 1 mm respectively on an average in their major axes. The minor axis of inner hole is about 3 times as wide as the width of radula. The larger drill can usually bore the larger hole than smaller drill can do.

※ 水產試驗場業績　第 130 号　(1949)

Drills move the proboscis back and forth from the gently inclining slope towards the steep slope of inner surface of hole in sliding right and left by width of radula as they bore a hole on the valve. The inclining angle of inner surface of hole ranges about from 45° to 50° when the inner hole is situated nearly in the central part of the outer hole. We can judge the position and direction of attack, the poise of drill from the features characteristic of the hole because the drill seems usually not to shift the position, the poise of body and the movement of proboscis during the time of boring hole on the oyster.

A central tooth has a large central cusp at the middle, a small lateral cusp on both sides of it and 3 to 8 marginal denticles on both sides of the lateral cusp (Table 2), the base is laterally oblong in shape. A lateral tooth is sickle-shaped with broad base; the cusp tapering towards pointed tip with entire margin. The width of radula and the size of drill can be estimated from the minor axis of inner hole.

Kinoshita was of the opinion that the size of hole will be determined by the distance between 2 lateral cusps of central tooth of radula and the boring speed of drill.

The minor axis of inner hole ranges from 7.5 to 8 times as wide as the distance between the lateral cusps, while it is about 3 times as wide as the entire width of radula. Thus it seems adequate to consider that the entire radula will concern in boring hole. The mechanical action of radula may be recognizable.

緒　　言

養殖ガキに害を與える貝類としてタマガイ科，イトマキボラ科及びアクキガイ科の諸種が知られている。これらは oyster drill 或は screw borer といわれ，oyster pest として養蠣家から極度にきらわれている。それらの中でもアクキガイ科のものは種類も個体数も最も多いだけその與える害も大きい。この科に屬するカキの害敵は米國産，邦産及び韓國産のものが FEDERIGHI ('31)，木下 ('31) 及び庄司 ('37, '39) によつて研究されたが，それらの加害機構については未だ充分に研究されていなかつた。

イボニシは宮城縣万石浦に於てもカキの採苗後床上げの前後に特に著しい害を與えるので，その加害機構について研究を行つた。これによつてイボニシによる被害狀況を明かにし，これまでに調査された結果と比較し，これを檢討し，その予防・驅除に関する知見に対し何程か寄與するところがあろうと考えられるので，こゝにその結果を報告する。

本試驗研究を行うに当り御指導を賜つた第一水産講習所堀教授並びに種々の御便宜を與えられた宮城縣水産試驗場武田場長に深甚の謝意を表わす。

材料及方法

I) 材　　料

宮城縣水産試驗場祝田実驗所に於て万石浦産のイボニシ高さ 26～35 mm，平均 32 mm，重さ 3.4～7.2gr，平均 5.1 gr のもの 15 個を用いた。

II) 方　　法

長さ 40 cm，幅 35 cm，深さ 11 cm の金網籠をペンキで塗つて使用した。その内部を 15 に區劃し

て上記のイボニシ1個と原則に附着しているマガキ稚貝 30 個とを各區劃にそれぞれ同時に入れ，万石浦水道に設置してある宮城縣水産試驗場のカキ床上用棚に垂下した。こゝはイボニシの沢山いる所で，大潮の時に約 4 時間半露出する。大潮時の潮差は約 1.5m，比較的靜穩な海區である。昭和 22 年 8 月 7 日より 1 カ月間試驗を行い，その間 8 月 23 日と 9 月 7 日とに被害狀況を調査した。尙マガキ稚貝のみは第1回の調査でその生死にかゝわらず新らしいものと交換した。それで稚貝 60 個に対しイボニシ 1 個が作用したわけである。稚貝は高さ 8～27 mm，平均 15mm，長さ 6～14 mm，平均 10 mm のものである。このようにこの試驗に稚貝を使つた理由は試驗用金網籠の區劃が狹いから大きな個体を1區劃に沢山入れることが出來ないので試驗するマガキの個体数を多くするためと，被害の多い床上げ時期の大きさを選んだためである。

試 驗 成 績

1. 被 害 概 況

イボニシの活動が最も盛んな夏期 1 ケ月間にマガキ稚貝を穿孔食害する率は平均 10%内外で，その他原因不明の斃死個体もイボニシによる被害とみなしても 40 %前後であつた。

第1表 Table 1.

Date			I	II	T	%
			Aug. 23	Sept. 7		
oyster			450	450	900	
K	inj	pen	29	48	77	8.6
		non-p	4	16	20	2.2
	ded		182	102	284	31.6
	survival		235	284	519	57.7

Table 1. Injuring rate of oysters attacked by *Purpura clavigera*. 97 oysters (77 + 20) out of 900 were killed by *Purpura clavigera* by boring hole, and 284 oyster-deaths were resulted from unknown factor. All dead oyster attained about 40% of total number of oysters used in the experiment. K killed; inj injured; ded dead individuals, which were not bored; T Total; pen penetrated hole; non-p non-penetrated hole.

穿孔によらない斃死原因として，カキが小さいため，イボニシの吸着によつて呼吸困難となること，或は鰓下腺の分泌物による毒作用やその他生理的障害や斃死に伴つて起る化学的並びに細菌学的な要因等とこれに加えて夏期に高水溫が長く続くのでマガキが弱つて斃死したものと考えられる。

イボニシがマガキに孔を貫通しても，孔が未貫通の場合でも殻の周縁部が半円狀に削られた場合でも綜てマガキは死んでいたのでこれらも綜てイボニシによる穿孔の被害とみなされる。その故イボニシの加害には，このように 3 つの樣式が認められる。試驗期間中イボニシの殻の高さについてはその成長が殆んど認められなかつた。

2) 被 害 情 況

(A) 穿 孔 位 置

今回の試驗ではイボニシはマガキの右殻のみに穿孔したが，穿つ位置は不定であつたから或る特定の部位を選択して穿孔するものとは考えられない (Fig. 1)。穿孔の位置とイボニシ及びマガキの大いさとの間に明かな関係は認められなかつたが，周縁部に最も多く穿孔され，マガキが大きい程周縁部に多く穿孔される傾向が見られた。又マガキが小さい程穿孔されるものが多かつた。これは穿孔部位をイボニ

第 1 図　15 箇のイボニシがマガキにあけた 97 箇の孔の位置を 1 殻片にまとめて示した模型図，黒点は貫通した孔を，円は未貫通の孔を示す。

Fig. 1.

Diagramatic illustration of 97 holes bored by 15 drills, plotted on a single valve. Dark dots showing penetrated pholes, circles non-penetrated holes, A 前縁 anterior margin; M 筋痕 muscle scar; P 後縁 posterior margin; U 殻頂部 umbonal region; V 腹縁 ventral margin.

第 2 図　ツメタガイによつてあけられた 4 つの孔の形を外面から見た図，外円は外側の孔の縁を内円は内側の孔の縁を示す。

1, 2 ワスレガイ；3 イソシジミ；4 サギガイ

Fig. 2. Outlines of 4 holes bored on 3 species of bivalves by *Neverita didyma*. Outer circle (O) showing the other margin and inner (I) the inner margin.

1, 2 *Sunetta menstrualis*; 3 *Sanguinolaria olivacea*; 4 *Macoma secta*

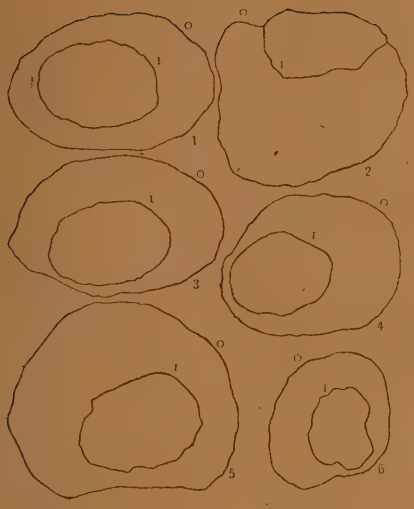
シが選択するのではなくて，イボニシがマガキに附着した場所及び方向と，その吻長等によつて決定されるものゝように考えられる。

(B) 孔の形状

イボニシがカキ殻にあけた孔はすり鉢状で外孔は常に内孔より大きい。孔の輪廓はツメタガイの場合 (Fig. 2) のようにほゞ一定していないが大体円又は楕円に近いものが多く，孔が内外共に楕円形の場合にその両長軸が直交又はそれに近いものは一つもなく，重なるか，平行しているか或はそれに近い状態であつた。このことからイボニシは一所に靜止して，吻をほゞ一定した前後の方向に動かして孔をあけるので，穿孔の途中で靜止の位置や吻を動かす方向を余り変えないことがわかる。従つて孔の形からイボニシの穿孔した時の位置，方向，姿勢を推察することが出来る。内孔が外孔のほゞ中央に位するもの，少し偏在するもの，或は一端に偏つているもの等様々で，両孔の間に一定の関係のないことはイボニシの穿孔の一特徴である。孔の内面は滑かでなく内外両孔の縁は共にぎざぎざになつている (Fig. 3)。尚鰓下腺の分泌物と思われる紫色の色素が内面の所々についていたが，特に孔をあけ始めた側の斜面に多い傾向があつた。

(C) 孔の内面傾斜

孔の内面は外孔から内孔に向つて傾斜していてその傾斜角度は同一の孔でも場所によつてちがう。Fig. 3, 2 に示したように斜面は底面と略直交している所と，緩傾斜の所とがある。このような場合は少なくて緩急の差はあつても内面は底面と斜交しているものが多い。傾斜の角度は Fig. 3, 4 で示すように緩傾斜は約 50°，急傾斜は約 78° であり，Fig. 3, 1 の場合では大体 45～50° に傾斜している。



第 3 図　イボニシによつて完全にあけられたマガキ稚貝の右殻の孔の形を表面から見た図，外円は外側の孔の縁を内円は内側の孔の縁を示す。

Fig. 3. Outlines of 6 penetrated holes on the right valves of oysters bored by *Purpura clavigera*. Outer circle (O) showing the other margin and inner (I) the inner margin.

第 2 表　Table 2.

MD	L	R	L+R	%
3	3	4	7	1.8
4	46	45	91	23.9
5	113	112	225	59.2
6	24	25	49	12.9
7	4	3	7	1.8
8	—	1	1	0.3
Total	190	190	—	—

Table 2. Variation of marginal denticles of central teeth, ranging from 3 to 8, situated on both sides of lateral cusp. MD number of marginal denticles on one side. L number of individuals which have respective number of marginal denticles on left side. R same, having those on right side.

(D) 孔の大きさ

孔の大きさは一定していない。高さ 26～35mm のイボニシの穿つた孔は外孔長径の最大が 1.7 mm，最小が 0.8 mm，内孔長径の最大が 1.4mm，最小が 0.3mm で，それらの平均値は夫々 1.3 mm と 1.0 mm とである。しかしイボニシの大きさによつて孔の大きさに違いがあるが，大きさの等しい個体でも，孔の大きさは必ずしも常に等しくはない。例えば高さ 33 mm のイボニシ 4 個のあけた 25 の孔は，外孔の最大長径が 1.5 mm，最小が 0.7 mm であつた。どのような場合でも常に外孔が内孔より大きい。穿孔された部位の殻の厚さと孔の大きさとの間には一定の関係を見出すことは出來なかつた。

(E) 歯　舌

イボニシの歯舌は 1-1-1 の式で表わされる。中歯（Fig. 4, c,）の幅は長さよりも長く，基底部は長方形，中央の歯尖は最も長くて大きく，長三角形で先端は尖つている。その両側には小歯尖があつて，その内縁の先端から約 2/3 の所に 1 つの小突起がある。この小歯尖の外側にほゞ同大の小歯が鋸歯状に並んでおり，殻高 16～36 mm のイボニシ 190 箇について調べた結果，その数が 3～8 の間に変異し，左右が等しいか，違つている場合でもその差は 1 つだけである。各側に 5 個を備えるものが約 60% に達して最も多く，8 個のものは殻高 29 mm の 1 個体において認めたのみであつた（第 2 表）。

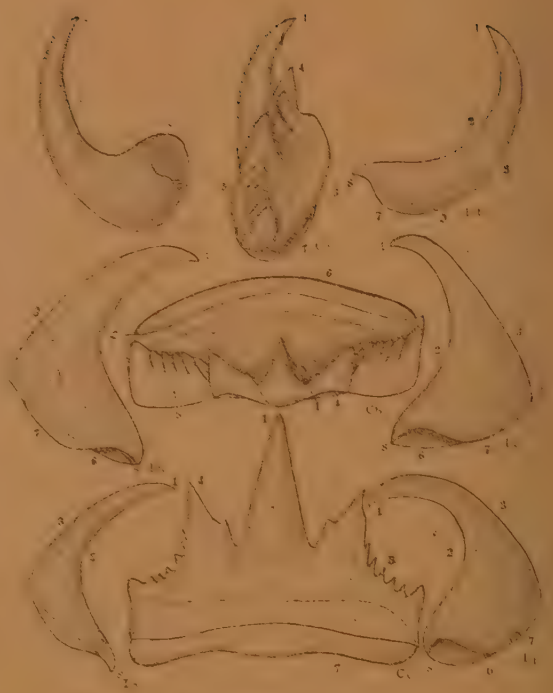
側歯（Fig. 4, L）はその形が鎌状で，基底部は比較的小さいが幅廣い。歯尖は先端に行くに從つて細く，多少内側に彎曲し，その尖端は鋭く尖り，且つその縁は平滑である。各歯の大きさ及び歯列数は Table 3 に示す通りである。

考　察

1. 被害率について

木下（'31）は和歌山縣で行つた試験の結果，カキのイボニシによる被害率が 90% に達したのでガンゼキボラに次いで害の大きいことを指摘し，FEDERIGHI（'30）は *Urosalpinx cinerea* の 1 個体が 1 季節に 30～200 個のカキを，ADAMS（'47）はカナダに於て 2 in. のカキを 6 個，1 in.

のカキを 12 個食害することを報告している。庄司 ('39) によれば1個のイボニシは1年間に平均4個のカキを食害する程度であるからアカニシやオオウョウラクにくらべてその害は比較的少いと述べた。万石浦に於ける今回の試験結果ではイボニシによるマガキ稚貝の穿孔率は約 30% で，穿孔以外の原因で斃死した場合もイボニシによる被害とみなしても カキの斃死率は 40% 内外であつたから木下の和歌山県で行つた結果と一致しない。これは供試したカキの数の多少によるものと思われる。今回の試験ではイボニシによる被害調査と同時に原因不明の斃死について調査し得なかつたので，果してその斃死がイボニシによるものかどうか明かにすることが出来なかつた。



第4図 イボニシの歯舌
Fig. 4. Radula of *Purpura clavigera*.
C 中歯 central teeth; Ca 前側面図 antero-lateral view; Cb 前面図 anterior view; Cc 背面図 dorsal view.
L 側歯 lateral teeth;
La～c 左側の側歯 left teeth;
Ld～f 右側の側歯 rigth teeth;
La, f 前面図 anterior view;
Lb, e 前側面図 antero-lateral view;
Lc, d 側面図 lateral view;
1. 歯尖の尖頭 tip of cusp;
2. 歯尖の内縁 inner margin of cusp;
3. 歯尖の外縁 outer margin of cusp;
4. 側歯尖 lateral cusp;
5. 縁歯 marginal denticles;
6. 基底の内縁 inner margin of base;
7. 基底の外縁 outer margin of base;
8. 基底の前部 anterior of base;
9. 基底の後部 posterior of base.

2. 穿孔の位置

マヌニはアコヤガイの閉殻筋を麻痺させるに最も都合のよい部位を選んで穿孔する，これは閉殻筋に作用する毒液を注入するためであろうと藤田 ('15) は述べている。オオウョウラクがヒメアサリの篙心部に最も多く穿孔するので，木下 ('35) はこれを最も営養に富んでいる部分を選定して穿孔するのではないかと考えた。 FEDERIGHI ('31) は *Urosalpinx cinerea* がカキの閉殻筋上を選定して穿孔する事を結論した。木下 ('31) は邦産アクキガイ科の諸種はマガキに穿孔する部位が不定であることを，庄司 ('37, '38) は韓国産のイボニシがカキに穿つ孔の位置は閉殻筋の部分とは限らないが縁辺よりも中央部に多い事を夫々報告している。今回の研究ではイボニシがマガキにあけた孔の位置は縁辺，周縁部が閉殻筋上，約6倍に達し最も多く，それ以外の位置も閉殻筋

第 3 表　Table 3.

PC	I	W R			Central tooth						Leng Lt			NRR		
					Width			Dlc								
mm		Max	Min	M	Max	Min	M	Max	Min	M	Max	Min	M	Max	Min	M
16	11	182	94	116	105	55	68	61	36	44	72	39	47	220	68	154
18	15	160	73	122	105	55	92	72	36	54	81	50	61	310	123	203
19	25	184	107	143	127	61	81	102	33	54	102	44	60	316	124	219
20	6	182	110	153	116	66	93	61	39	50	83	52	67	314	151	230
22	13	198	127	165	132	77	108	83	44	63	94	61	74	319	145	223
23	3	248	193	206	132	110	117	80	61	70	91	77	84	456	225	310
24	4	187	127	171	127	94	112	77	55	67	91	66	80	233	139	180
25	5	242	176	201	160	121	137	85	63	73	110	72	91	275	159	211
26	6	286	205	233	154	110	140	88	72	82	105	83	88	248	166	228
28	2	292	226	244	143	132	138	88	77	83	105	94	99	314	271	293
29	8	330	205	267	176	140	154	105	77	89	121	77	107	274	189	244
30	1	286	204	230	154	138	146	72	66	71	127	94	105	—	—	215
31	3	358	259	297	193	138	171	110	50	88	132	61	94	351	155	236
32	2	385	202	335	226	152	201	121	99	113	138	99	120	—	—	305
36	1	424	165	334	253	235	239	127	110	119	165	154	158	—	—	186
TI	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 3. Showing sizes of radula and of each tooth and number of rows in a radula. Dlc distance between tips of lateral cusps. Leng Lt length of lateral teeth. Max maximum width, length and number. Min minimum width, length and number. NRR number of row of radula. PC height of *Purpura daigoa*. I number of individuals. TI total number of individuals.

上の約2倍に及びその場所もまちまちであつた。このように穿孔の位置がきまつていないことはイボニシがマガキに初めて到達した所，イボニシとマガキとの大きさとの関係，イボニシの姿勢等によつてその位置が決定されるもので，閉殻筋の位置のように特定の場所を選定するものとは考えられない。この場合イボニシの陰性走地性も位置の決定に大きな役目を果しているものと思われる。

3. 1 個体の貝にあけられる孔の数

オオウコウラクが 1 個のヒメアサリにあけた孔は，2～3 が数えられている（木下'35）。庄司（'39）はイボニシによる孔 2 つを 1 つのカキで観察している。此の度の試験では 2 個以上孔をあけられたカキは 1 つもなく，どれも 1 つだけ孔をあけられていた。

4. 孔の形について

カキがイボニシによつて穿たれた孔の輪郭は内外面ともに卵円形であると木下は報告している。今回

の試験においては卵円形よりもむしろ楕円形に近いものが多かつた。この輪廓がイボニシの穿つた孔の特性と思われる。孔の内面が粗糙であることは齒舌による機械的の作用を証據立てる事実と思う。内面に紫色素が点在していることはイボニシ類による穿孔の一特性である。

5. 孔の大きさ

木下 ('31) の結果と本研究とを比較すると，外孔長径の平均値に大差はないが，内孔では最大と平均値とが木下の場合より大きく，最小は更に小さい。多くの孔を觀察すれば内孔長径の変異が大きいことがわかると思う。庄司 ('37, '39) の結果は本研究の結果より内外両孔長径の最大値が大きい。これは用いたイボニシの大きさに基くものと考えられる。第4表によつてイボニシの大きい程，あけられる孔も大きいことが認められる。殻高 34～35 mm 位のイボニシのあける外孔長径は 1.6～1.7 mm 位であることが庄司及び今回の試験結果から推定出来る。

第 4 表　Table 4.

		Y. TANAKA	T. KINOSHITA 1931	S. SHŌJI 1937	S. SHŌJI 1939
OH	Max	1.7mm	1.6	3.0	3.5
	Min	0.8	1.25	1.6	1.6
	M	1.3	1.41	—	2.31
IH	Max	1.4	0.95	2.2	2.2
	Min	0.3	0.75	0.1	0.1
	M	1.0	0.85	—	1.20
NH		77	6	80 (?)	—
PC		26～35 mm	—	35～44	34～41

Max.....Maximum　　IH inner hole. NH number of holes.
Min.....Minimum　　OH outer hole. PC height of *Purpura clavigera*.
M.....Mean

Table 4. Showing relationship between size of hole and height of *Purpura clavigera*. Size of holes shown by their major axes.

6. 齒舌について

木下 ('31) はマガキにあけられた孔の大きさはイボニシの齒舌の中齒の両側小齒尖間の距離及び加害の速度によつてもきまるものであろうと考えた。しかし内面にあけられた孔の短径の最大は 0.8mm，最小 0.75 mm，平均 0.79 mm で，中齒の両側小齒尖頭間の 8 倍 7.5 倍及び 7.9 倍であり両側小齒尖は中齒尖及び側齒より短いのでこれが孔の幅を決定するものとは認め難い。前述のように内面の孔の短径が齒舌の幅の約3倍である事実から，孔の大きさは齒舌全体がこれに関與していると考えた方が妥当と思う。イボニシと齒舌その他について次の関係が認められた。

a. 齒舌の幅：は Fig. 5 に示すように殻高と直線的な関係がある。それで孔の大きさを知れば齒舌の幅と穿孔したイボニシの大きさとが推定出来る。

b. 齒列の数：殻高 18 mm 前後より大きいイボニシでは殻の大きさと齒列の数とは比例しない (Fig. 6)。

c. 中齒の幅と側齒の長さ及び両側小齒尖間の距離との関係：殻高 16～36mm のイボニシの中齒

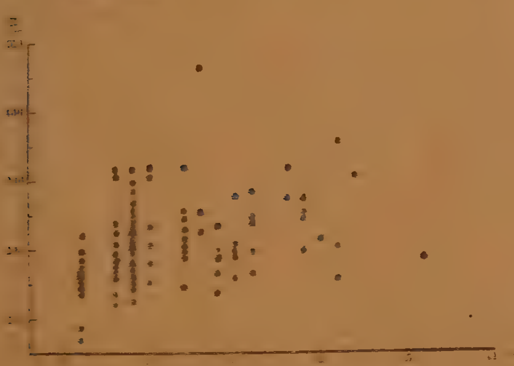
第 5 図　イボニシの殻高と歯舌の幅との関係．黒点は歯舌の幅の 3 倍による穿孔短径の推定値，三角は孔の内孔の短径の値

S イボニシの高さ

R 歯舌の幅の 3 倍の値

Fig. 5. Relation between height of *Purpura clavigera* and width of its radula.

Dark dots showing estimated valve of minor axis getting from 3 times the width of radula. Triangle showing the length of minor axis of hole. S height of *Purpura clavigera*; R 3 times of the width of radula and the minor axis of inner hole.



第 6 図　イボニシの殻高と歯列数との関係

S イボニシの殻高; R 歯列数

● 1 個; ▲ 2 個; ■ 3 個

Fig. 6. Relation between height of *Purpura clavigera* and number of row of radula.

S height of *Purpura clavigera*; R number of row of radula.

● represents one case, ▲ 2 cases and ■ 3 cases respectively.

の幅に対する側歯の長さの百分比は [illegible] の間に亘り平均 [illegible]% である。中歯の幅に対する両側小歯尖間の距離の百分比は 50～60 で平均 56.5% である。従つてイボニシの殻が成長するにつれて中歯，側歯及びそれらの各部分が同じ割合で大きくなつてゆくことがわかる。

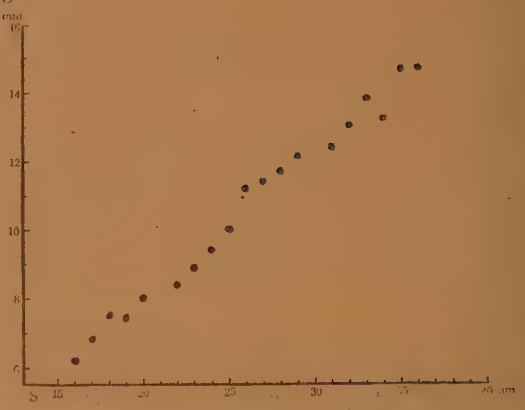
d フタの高さと孔の大きさとの関係：　イボニシのフタの高さと殻高との関係は大体直線的に表わされる (Fig. [illegible])。従つてフタの高さを測れば殻高がわかるから，これによつて歯舌の幅が推定され，それより更にイボニシのあけた孔の大きさが推定出来る。

e 歯舌の運動と傾斜角との関係：歯舌の作用の一特性は孔の内面の傾斜角度に現われている。土をシャベルで掘る時は掘り始めの部分が極狭く，浅くて傾斜が緩く，掘り上げる所は急傾斜となつて終つている。歯舌の運動もこれに似ていて手前の方から前方に向つて動かすから手前の方が掘り始めに，前方が掘り終りに当る。それで孔の内面に緩急の傾斜面が出来て，しかもこれが向かい合つて位している。これによつて孔の緩急両斜面の位置からイボニシの穿孔した位置と方向とが推定出来る。

7. 穿孔食害時間

この度の試験で，イボニシの食害したマガキの個数と試験日数とから 1 個のイボニシは平均 [illegible] 日に [illegible] 個のマガキ稚貝を食べたことになる。この時間は FEDERIGHI ('30), GALTSOFF and PRYTHERCH ('[illegible]) が既に指摘しているように，捕食，被食両者の種類，大きさ，穿孔部位の殻の厚さ，硬さ，水温その他の環境要因によつて違う。*Urosalpinx*

cinerea は平均1日に 0.4 mm の割合で孔をあけるからイボニシがこの割合で穿孔するものとすれば此の場合約 3 日を要することになる。*Murex erinaceus* はカキに，オオヨウラクはヒメアサリに穿孔するに何れも 70 時間かゝることが知られている (ORTON, 木下)。しかし高さ 25 mm のイボニシが 16×14 mm のハマグリを 1 日で穿孔食害したことが実験で観察出來たので 1 個のマガキ稚貝は 1 日以内にイボニシによつて食害されるものとみなしてよいと考えられる。



第 7 図　イボニシの殻高とフタの高さとの関係，S　イボニシの殻の高さ；O イボニシのフタの高さ。

Fig. 7. Relation between height of *Purpura clavigera* and height of its operculum. S. height of *Purpura clavigea*; O height of operculum.

要　約

材料：宮城縣万石浦で昭和 22 年 6 月 7 日から 1 ケ月間，平均高さ 32 mm のイボニシのマガキ稚貝平均高さ 15mm，平均長さ 10 mm に対する加害情況を調査し，從來の結果と比較し檢討を加え，その加害機構を考察した。

被害率：イボニシは夏期 1 ケ月間にマガキ稚貝の 40%を，1 個のマガキ稚貝を 1 日で食害する。

加害情況：穿孔は右殻片にのみ限られ，貫通した孔，未貫通の孔及び殻の周縁部に半円形の孔をあける 3 通りの場合がある。何れの場合でもマガキは死んでいた。

穿孔の位置：マガキの特定の部位を選定するものとは考えられないが周縁部に孔が最も多かつた。イボニシとマガキの大きさと，あけられた孔の位置との関係はマガキが大きい程周縁部に穿孔されることが多い傾向があり，マガキが小さい程穿孔された個体が多かつた。孔をあける位置はイボニシとマガキとの大きさ，イボニシの附着した場所及び方向，イボニシの吻の長さなどによつてきまるものと考えられる。

孔の数：1 個のマガキ稚貝は何れも孔が 1 つあけられていて，2つ以上あけられたものは 1 つもなかつた。

孔の形：貫通した孔はスリ鉢状で，外孔は内孔より常に大きい。孔の輪郭は円又は楕円形に近いものが多く，内外両孔の長軸は互なるか並行しているか或はそれに近い狀態である。

孔の大きさ：平均長径が外孔で 1.3 mm，内孔で 1 mm で，内孔の短径は歯舌の幅の約 3 倍に当つている。大きなイボニシは小さいものより大きな孔をあけるのが普通である。

穿孔動作：孔をあける時にイボニシは吻を前後に孔内の緩斜側から急傾斜の方向並びに歯舌の幅だけ左右にずらしながら動かす。内孔が外孔のほぼ中央に位している場合は孔内斜面の角度は 45°～50° である。イボニシが穿孔する間はその位置も姿勢も吻を動かす方向も余り変えないのが普通だから孔の形から穿孔した位置，方向，姿勢を推察することが出來る。

歯舌の構造：中歯の中央に大きな中歯尖，その両側に小さい側歯尖が，更にその外側に 3～8 の小歯がある。これは 5 個のものが最も多い。

齒列数：68～351 の間に変異していて殻の成長に伴つて齒列数は增加しないが，各齒は同じ割合で大きくなつてゆく。

齒舌の幅と殻高：とは直線的な関係が認められる。

フタの高さと孔の大きさ：との間にも直線的な関係がある。フタの高さから，殻高，孔の大きさが推定出來る。

齒舌の作用：孔の大きさと齒舌の幅との関係から齒舌全体が機械的に穿孔するものと考えられる。

文　献

1) HORNELL, J. (1910): The Practice of Oyster Culture at Arcachon and its Lesson for India. Bull. Madras Fish. Bureau. Vol. 2 No. 5.

2) 藤田輔世 (1915): マダコの眞珠貝穿孔について，動雜 28 卷 333 號

3) GALTSOFF, P. S. (1929): Oyster Industry of the Pacific Coast of the U. S. App. VIII to Rept. U. S. Comm. Fish.

4) FEDERIGHI, H. (1930): Control of the Common Oyster Drill. U. S. Dept. of Comm. Bur. of Fish. Economic circular no. 70.

5) FEDERIGHI, H. (1931): Studies of the Oyster Drill (Urosalpix cinerea). Bull. U. S. Bur. Fish. Vol. 47 no. 4.

6) 木下虎一郎 (1931): 牡蠣の害敵としての骨貝類（予報）The Venus, vol. 2, no. 4

7) 木下虎一郎・中川一三 (1935): Tritonalia japonica (DUNKER) の穿孔についての一觀察，北水試驗事旬 261 號

8) GALTSOFF, P. S., PRYTERCH, H. F. and ENGLE, J. B. (1937): Natural History and Methods of Controlling. The Common Oyster Drills (Urosalpinx cinerea SAY & Eupleura caudata SAY). U. S. Dept. of Comm. Bur. of Fish. Fishery Circular no. 25.

9) 庄司俊 (1937): 牡蠣養殖に於ける害敵の調査及試驗

10) 庄司俊 (1939): 牡蠣養殖に於ける害敵の調査及試驗　朝鮮總督府水試事業報告 8 卷 3 册，9 卷 3 册

11) ADAMS, J. R. (1947): The Oyster Drill in Canada. Fish. Res. Bd. Canada. Progr. Repts, vol. 37, pp. 14—18.

イカナゴ Ammodytes personatus の生態に就て※ (第1報)

(昭和 24 年 5 月 2 日受理)

井上 明

(水產試驗場)

An Ecological Note on the Sand-eel, *Ammodytes personatus* (Girard).

A. INOUE

SYNOPSIS

Ammodytes personatus, "Ikanago", is a commercially important Sand-eel found abundantly along the coast of Osaka Bay.

In the present paper the author has dealt with Sand-eel with regard to its habits, breeding season, develvpment, growth and migration.

大阪湾産重要魚類の一であるイカナゴ Ammodytes personatus (Girard) の生態に関して，昭和 22 年 12 月より昭和 23 年 5 月末まで，兵庫縣洲本市に於て蒐集した材料に依り其の産卵期，発生過程，成長度並に回游等に就き知れるところを報告する。

洲本市附近に於ける本漁期は 12～6 月で，使用する漁具は地曳網及込潮網（待網又は道築網）が挙げられ，前者は全漁期，後者は 3～4 月に使用される。魚体調査は，之等漁具に依り漁獲されたイカナゴの漁獲後 1～2 時間を経過した漁獲物中より，任意の個所から採集したものに就て行ひ，体高，体長（吻端より尾鰭下辺基部）及体重等を測定した。発生経過の観察は，昭和 22 年 12 月 16 日に水揚げされた漁獲物中より，熟卵，熟精を持つ魚体を選択し，時計皿で人工受精した卵を 5 立容硝子鉢に収容して，毎日 8, 12, 16 時の 3 回換水し室温に放置して，発生過程を調査した。尚電力事情の逼迫に依り，恒温槽を使用出來なかつた事を附記する。

〔1〕 産卵期及孕卵数

昭和 22 年 12 月 14 日に蒐集せる資料（第 1 表）32 尾中の 7 尾は已に産卵を終つて居り，残りの 25 尾は夫々熟卵，熟精を持つて居た。続て 12 月 19 日のイカナゴは，全部放卵して居たが 12 月 27日に漁獲されたイカナゴは，一部に孕卵せるものを認めた。尚 12 月 19, 27 日のイカナゴは漁獲僅少の爲，入手出來なかつた。本資料から該魚の産卵期を速断することは出來ないが，魚体調査資料より推定すれば，12 月下旬を盛期とする 1 ケ月間である。

孕卵数は各魚体について，全卵巣を摘出して目算で 8 等分し，其の内の一部に就て計算し得た数値を 8 倍して孕卵数を求めた。(第 1 表第 1 図) 第 1 図に示す如く体長と孕卵数との関係は，略直線的傾向を呈する様であるが，統計資料に乏しいので断定出來ない。体長に依り 7.0～8.5 cm 8.5～10.0 cm の

Pl. I

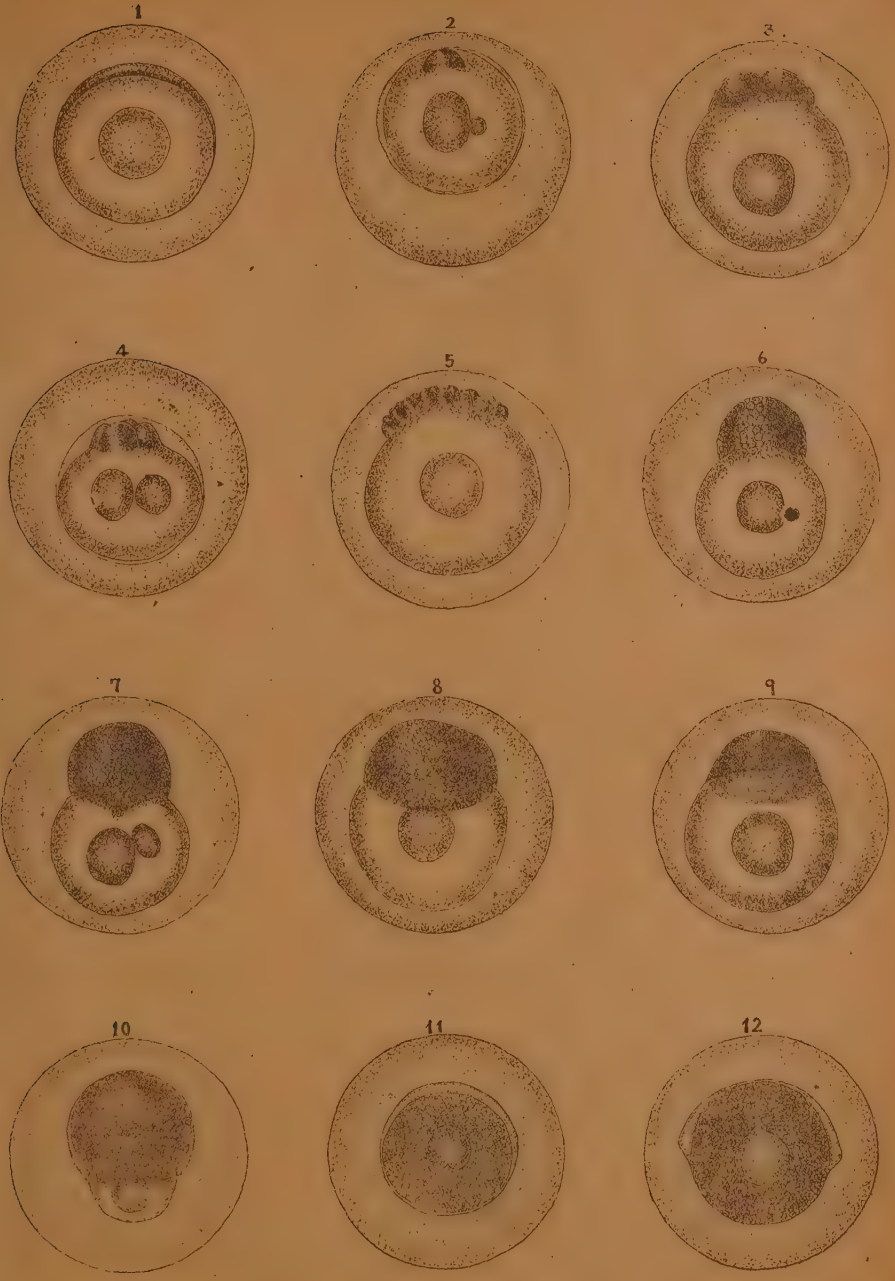


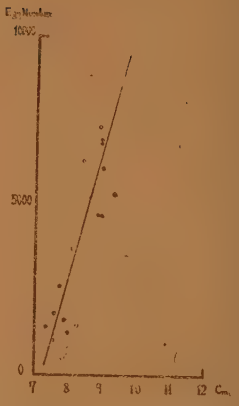
Plate I. イカナゴの卵内発生

1. 產卵直後の未受精卵
2. 人工受精後 20 分 胚盤が隆起する
3. 2 時間 第1分裂
4. 4 時間 第2分裂
5. 6 時間 第4分裂
6. 10 時間 Morula stage
7. 14 時間 Morula stage
8. 人工受精後 18 時間 Morula stage
9. 22 時間 Blastula stage
10. 43 時間 Blastoderm は卵黄の 7～8 割を被ふ
11. 54 時間 Embryo 明瞭となる
12. 69 時間 Embryo 明瞭となる

Table 1.

Body Length	Body Hight	Body Weight	Weight of Eggs	Number of Eggs laying
7.90 cm	0.64 cm	1.40 gr	0.20 gr	1627
8.60	0.60	1.75	0.27	♂
8.00	0.61	1.32	0.15	1304
8.85	0.70	2.13	0.37	4772
8.18	0.74	1.94	0.46	♂
8.40	0.66	1.69	0.33	♂
8.15	0.68	1.51	0.22	♂
8.00	0.60	1.36	——	——
7.76	0.60	1.31	0.23	2661
8.25	0.61	1.45	0.13	1492
7.46	0.55	1.12	——	——
8.01	0.60	1.49	——	——
7.38	0.60	1.20	0.18	1456
8.99	0.78	2.50	0.54	6102
8.89	0.76	2.54	0.52	7360
8.10	0.67	1.85	0.44	3761
8.95	0.79	2.49	0.55	6848
8.20	0.76	2.06	0.50	♂
9.31	0.78	2.53	0.46	5376
8.92	0.79	2.49	0.55	6976
8.80	0.79	2.37	0.69	♂
8.35	0.70	1.92	0.40	♂
8.94	0.74	2.36	0.50	4704
7.95	0.69	1.75	0.43	♂
9.00	0.80	2.42	0.60	♂
8.40	0.76	2.28	0.52	6328
7.56	0.60	1.26	——	——
7.55	0.55	1.20	0.08	1024
7.07	0.52	1.02	——	——
7.60	0.56	1.27	0.17	1856
7.70	0.57	1.12	——	——
7.48	0.51	1.05	——	——

Fig. 1



二群に分けて，各群の孕卵数の算術平均を求めると，夫々2389 粒，6019 粒となる。

〔2〕 卵の性状及発生

卵の性状及発生に関して，已に兵庫縣水產試驗場々報に簡單な記載はあるが，多少詳細に報告する。イカナゴの未熟卵は綠黃色，熟卵は黃色で形狀は Ca 0.6～0.7 m.m. の球狀をなし，徑約 1m.m. の卵殼膜を被る。熟卵は半透明で，中央部に油球が 1～2 個あり，排卵すると第三次卵膜に依るものと思はれるが，直ちに器底に密着する。精液は乳白色で多少粘着性を呈するが，海水中に放出すれば白濁分散する。

発生実驗は，昭和 22 年 12 月 16 日人工受精した卵の発生過程を実驗室に於て觀察した。人工受精に使用する親魚の選択は，魚体の腹部を軽く圧迫する程度で排卵放精するものを使用した。先づ雌魚の熟卵を時計皿に排卵收容し，直ちに精液を混合して受精せしめ，海水を盛れる 5 立容硝子鉢に入れる。一容器の收容

Pl. II

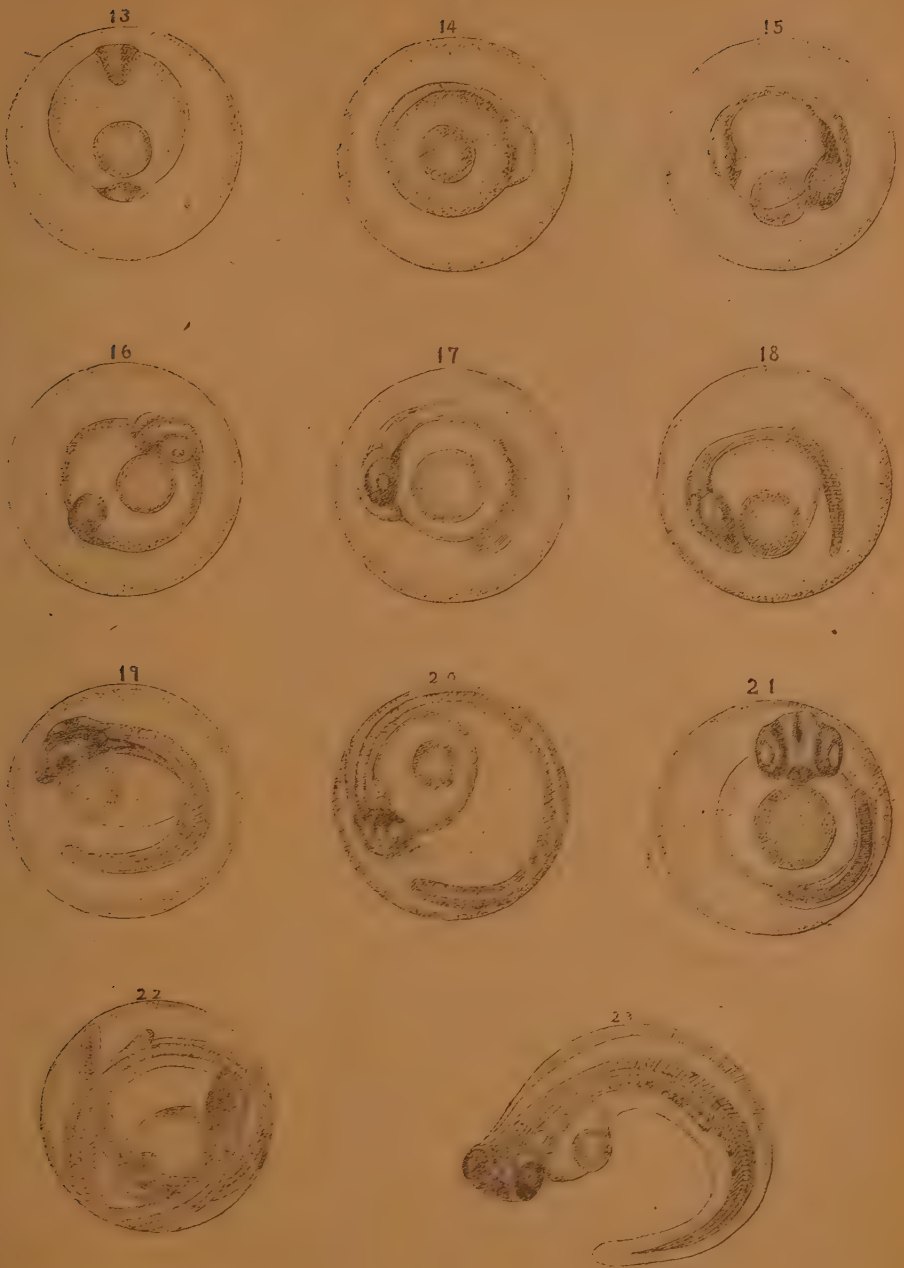


Plate II イカナゴの卵内発生

13.	人工受精後	75 時間	Embryo 明瞭となる	18. 人工受精後	131 時間 Myotome 現る
14.		75 時間	Embryo 明瞭となる	19.	155 時間 頭部は卵黄より離れ，消化管現る
15.		100 時間	Kupffer's vesicle 明瞭となる	20.	212 時間 Heart を認む
16.		100 時間	Optic vesicle 明瞭となる	21.	212 時間 Olfactory organ 現る
				22.	217 時間 体各部に黒色色素現る
17.		117 時間	尾部伸長を始め Statocyst 現る	23.	223 時間 孵化す時

卵數は約 2000 粒で，收容後の卵は沈降して器底に固着し，換水の爲の動搖では剝離しない。多期室温に放置した場合，海水の温度は氣温に著るしく影響を受け，1 日 3 回換水せるも日中水温は上昇し，夜間は急激に下降する爲，昭和 22 年 12 月 16 日より昭和 23 年 1 月 20 日までの水温変化は 2.0～14.8°C で，此の期間に於ける沿岸水温の変化 8.2～10.4°C に比較して，高低の差が著しいので，本実驗に依る発生経過は自然発生とはかなり相違すると思はれる。

A. 卵 内 発 生

(1) 受精後約 20 分経過した卵は，未受精卵と異り，原形質は Animal pole に塊り，卵黄の上に胚盤が隆起して饅頭狀を呈する。(Pl. I. 2) 受精後 2 時間で第 1 分裂が起り続いて 4 時間後に第 2 分裂が起る。(Pl. I. 3. 4.)

(2) 其の後分裂は速かに進み，受精後 10 時間にして morula stage に達する。(Pl. I. 6. 7. 8.) 22 時間にして blastula stage になり，blastoderm は卵黄の 3 割位まで蔽ふ。(Pl. I. 9.)

(3) 43 時間位になると blastoderm は，卵黄の 7～8 割を被ひ，其の周囲は隆起を示すが，此の頃既に embryo は明瞭となつて來る。(Pl. I. 10. 11. 12, Pl. II. 13, 14) 103 時間すると Kupffer's vesicle 明瞭となり，(Pl. II. 15) optic vesicle の形成が明瞭となつて來る。(Pl. II. 16)

(4) 受精後 117～131 時間になると，尾端は卵黄を離れて伸長を始め，myotome 及耳石が見られる樣になる。(Pl. II. 17. 18)

(5) 155 時間経過すると体後半著しく伸長し，頭部も発達して卵黄より離れ，眼球も取入られ消化管も見られる。(Pl. II. 19) 212 時間には 卵黄を相当縮少し，心臟の鼓動が認められ，olfactory organ が現れて來る。眼は黒色々素を增し，脳も又明かになる。(Pl. II. 20, 21)

(6) 217 時間で消化管の後方に urinary canal も認められ，体各部に黒色々素が現れる。眼には著しく黒色々素沈澱し，肉眼でも銀黒色に光つて見える。(Pl. II. 22)

(7) 228 時間前後で孵化が始まつた。(Pl. II. 23) しかしながら早く孵化したものと遲く孵化するものとの時間的差は非常に大きかつた。

B. 仔魚期 (Larval stage)

孵化した当時の仔魚 (受精後 266 時間) の体全長は，4m.m. 前後で卵黄は前後にやゝ長く略球狀をなし，油球 1 個を有す。腸管は伸びて，体全長の 1/2 より僅か後方に於て肛門に開口する。黒色々素は眼球に最も著しく，次いで腸背面及び卵黄外部，頭部に著しい。仔魚膜鰭は，肛門後方に於て最も高く後方に至るに從ひ低く，後端は丸く終る。(Pl. III. 24, 25) 卵黄は孵化後 2～3 日で吸收され，卵黄の残部が僅少となるに伴ひ腸は漸時大となり，肝臟又明瞭となるが，魚体の外形には何等変化を認めない。孵化した仔魚は容器の中層に止るか，又は器底に靜止する。(Pl. III. 26, 27)

C. 後期仔魚期 (Post larval stage)

孵化後 28 日経過した仔魚 (Pl. III. 28) は，体全長に於ては変化たく，又体の各部にも大なる変化は無いが，胸鰭が明瞭となる。

D. 稚魚期 (Young stage)

実驗室に於ける觀察は，受精後 900 時間 (孵化後 28 日) で打切つたが，地曳網に依つて採集した稚魚に就て其の形狀を述べる。昭和 23 年 2 月 13 日に採集した稚魚 32 尾は，体長 1.09～1.80 cm. 体重 0.005～0.025 gr 体高 0.1～0.15 cm. で黒色々素は魚体背面，腹部及頭部に著しく，吻端は成魚程には突出せず，体色は白色である。背鰭，尾鰭，臀鰭及び胸鰭は成魚と同じ形狀に発育する。昭和 23 年 2 月 15, 22 日の各資料と同樣で，本稚魚期は 2 月下旬まで及ぶものと思はれる。(Pl. IV. 29)

E. 後稚魚期 (Post young stage)

Plate III. IV. イカナゴ仔魚期→稚魚

24. 孵化後 2日 全長 4 m.m.
25. 孵化後 4日
26. 孵化後 4日
27. 孵化後 5日
28. 孵化後 28日 後期仔魚期 全長 45m.m.
29. 稚魚期 全長 0.5 cm.
30. 後稚魚期

Table 2.

Date	Numbers investigated	Average Body Length	Average Body Hight	Average Body Weight	Notes	Date	Numbers investigated	Average Body Length	Average Body Hight	Average Body Weight	Notes
22.12.14	32				フルセ	23. 4. 22	50	5. 89	0. 52	0. 86	
23. 2. 7	60	10. 31	0. 89	4. 59	フルセ	4. 26	60	7. 46	0. 67	1. 78	
2. 13	32	1. 54	0. 13	0. 01		4. 27	50	7. 17	0. 65	1. 56	
2. 15	15	1. 66	0. 12	0. 01		4. 30	50	7. 31	0. 64	1. 65	
2. 22	47	1. 69	0. 15	0. 01		5. 4	50	7. 30	0. 66	1. 68	大 形
3. 5	8	11. 47	1. 02	6. 16	フルセ	5. 4	50	5. 95	0. 52	0. 85	小 形
3. 10	50	2. 90	0. 24	0. 05		5. 5	50	7. 07	0. 61	1. 39	大 形
3. 15	50	3. 97	0. 24	0. 22		5. 5	50	5. 34	0. 48	0. 58	小 形
3. 23	40	3. 80	0. 31	0. 22		5. 5	400	5. 83	——	——	体長組成
3. 24	50	4. 35	0. 36	0. 30		5. 10	50	6. 50	0. 59	1. 15	大 形
3. 26	50	5. 13	0. 44	0. 58		5. 10	50	5. 55	0. 51	0. 72	小 形
3. 29	47	4. 32	0. 40	0. 30		5. 10	200	5. 98	——	——	体長組成
4. 1	50	4. 80	0. 42	0. 41		5. 13	50	6. 69	0. 61	1. 25	
4. 5	50	5. 05	0. 45	0. 49		5. 15	50	6. 62	0. 59	1. 14	
4. 7	50	5. 35	0. 49	0. 58		5. 17	50	6. 72	0. 61	1. 26	
4. 9	50	5. 23	0. 45	0. 56		5. 20	50	6. 95	0. 63	1. 54	
4. 14	50	5. 88	0. 52	0. 78		5. 24	50	6. 84	0. 65	1. 41	
4. 16	50	5. 35	0. 47	0. 58							
4. 19	40	6. 31	0. 55	1. 09		Total	2181 尾				

昭和 23 年 3 月 10 日以降のイカナゴは，(Pl. IV. 3D) 親魚と全く同様な形態を具へ，体色は背部黄褐色，腹部白色で，背鰭 52 軟條，臀鰭 30軟條，体鱗 154 が算へられる。

〔3〕 成 長 度

昭和 22 年 12 月より昭和 23 年5月までの各調査日に於ける測定数及び体長，体高，体重の平均値を第2表に示す。

Fig. 2.

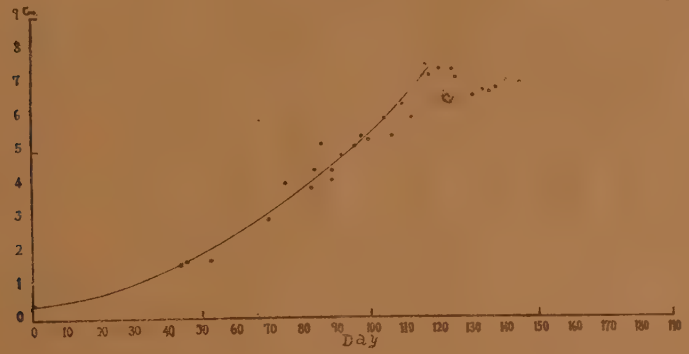
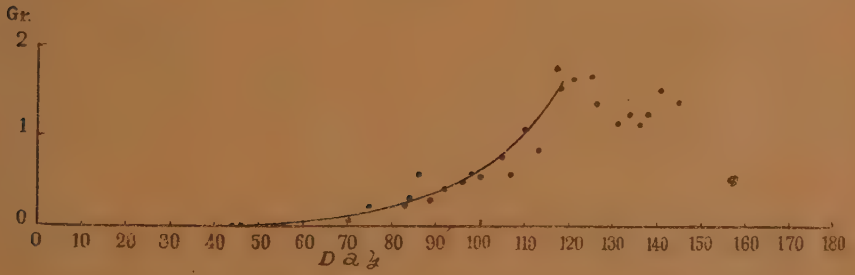


Fig. 3.



註 第 2.3 図の中 125 日 (5.4) 126 日 (5.5) 131 日 (5.10) は第 2 表の大形魚を採録した。

イカナゴの孵化を 1 月 1 日と仮定し，第 2 表より当才魚の体長及体重に就て成長度を求めると，(第 2.3 図) 孵化後約 4ケ月までは体長，体重共に孵化後の経過日数に比例するが，それ以後は成長が見られない。之等当才魚の各調査日に於ける体長組成を示すと，第 3 表の如くである。

孵化後 120 日経過した魚体と，それ以後の終漁期までの魚体との変化の少い事実は，産卵期の遅速に依るもので，従つて前述の如く，産卵期は約 1 ケ月に亘るものと想像される。即ち体長 7 cm. 体重 1.5 gr 以上に成長したイカナゴは，海底の砂中に潜入し，夏眠状態になるものと思はれる。此の現象は漁獲高の上に明かに影響を示し，各年共イカナゴ漁獲高は 2.3 月と漸増して，4 月には最高を示すが 5.6 月と次第に減少する。

第 2.3 図より，体長 L 及び 体重 W と孵化後の経過日数 D との関係を求むれば，次式の如くである。

$$L = 0.6921 + 0.000457\ D^2$$

Table 3.

Date	Body Length	0.5–1.0		1.0–1.5		1.5–2.0		2.0–2.5		2.5–3.0		3.0–3.5		3.5–4.0		4.0–4.5		4.5–5.0		5.0–5.5		5.5–6.0		6.0–6.5		6.5–7.0		7.0–8.0		7.5–8.0		8.0–8.5	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2	13			15	47	17	53																										
2	15			4	26.6	11	73.4																										
2	22	1	2.1	11	23.4	29	61.7	4	8.5	2	4.3																						
3	10					2	4	7	14	22	44	14	28	5	10																		
3	15							1	2	4	8	7	14	13	26	18	36	5	10	2	4												
3	23									4	10	9	22.5	16	40	7	17.5	2	5	1	2.5			1	2.5								
3	24													10	20	25	50	11	22	3	6	1	2										
3	26															7	14	16	32	14	28	11	22	2	4								
3	29											4	8.5	11	23.4	15	31.9	14	29.8	3	6.4												
4	1													2	4	5	10	31	62	11	22	1	2										
4	5															7	14	17	34	17	34	8	16	1	2								
4	7															1	2	11	22	22	44	13	26	1	2	1	2	1	2				
4	9															3	6	19	38	14	28	8	16	4	8	1	2	1	2				
4	14																			9	18	28	56	7	14	3	6	3	6				
4	16																	16	32	20	40	6	12	6	12	2	4						
4	19																			4	10	9	22.5	8	20	17	42.5	2	5				
4	22																	1	2	12	24	21	42	7	14	6	12	3	6				
4	26																					1	1.7			8	13.3	22	36.7	24	40	6	8.3
4	27																					1	2			15	30	29	58	4	8	1	2
4	30																									8	16	32	64	10	20		
5	4																			2	2	30	30	17	17	12	12	28	28	9	9	2	2
5	5																	9	2.3	128	32	150	37.5	46	11.5	44	11	16	4	7	1.8		
5	10																	4	2	48	24	60	30	50	25	27	13.5	9	4.5	1	0.5	1	0.5
5	13																					1	2	14	28	26	52	9	18				
5	15																			1	2			22	44	20	40	4	8	3	6		
5	17																							13	26	29	58	7	14	1	2		
5	20																									34	68	14	28	2	4		
5	24																							2	4	36	72	12	24				

註　第3表の中 5月5日及5月10日は第2表備考の「体長組成」を記載した。

Fig. 4.

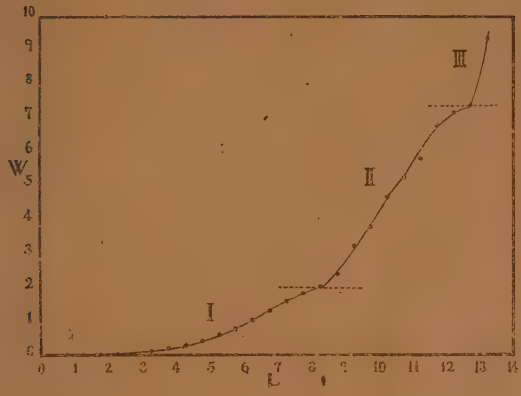
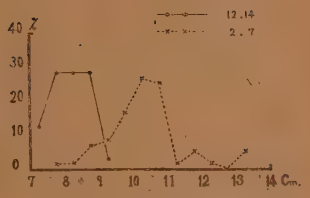


Fig. 5.



$W = 0.00000000001976D^{5.238}$

〔4〕 体長及体重と年齢との関係

全測定魚体を体長 0.5 cm 宛に區分して，其の各區分中に組分けされた魚体の平均体重を求めると，第 4 図に示す如く調査魚体は，3 つの階級に組分けされる。尙各區分毎に含まれる魚体

Table 4.

Body Length	Number	Body Length	Number	Body Length	Number
0.5～1.0 cm	1	5.0～5.5 cm	198	9.5～10.0 cm	10
1.0～1.5	30	5.5～6.0	172	10.0～10.5	16
1.5～2.0	59	6.0～6.5	141	10.5～11.0	17
2.0～2.5	13	6.5～7.0	249	11.0～11.5	4
2.5～3.0	30	7.0～7.5	197	11.5～12.0	4
3.0～3.5	32	7.5～8.0	72	12.0～12.5	2
3.5～4.0	59	8.0～8.5	19	12.5～13.0	1
4.0～4.5	87	8.5～9.0	13	13.0～13.5	3
4.5～5.0	146	9.0～9.5	6		

数は第 4 表に示す。

昭和 22 年 12 月 14 日測定イカナゴ 32 尾の体長組成と，昭和 23 年 2 月 7 日測定イカナゴ 60 尾との関係を求むれば，第 5 図の如く，当才魚と 2 才魚の約 2 ケ月間に於ける体長組成の変化は，第 4 図に示された変動点に合致する。然しながらイカナゴの習性より各 3 変動点は，夏眠に依る体重の変化を示すものと考へられる。11 月より産卵行爲に移り，游出する 12 月までの約 2 ケ月間に於ける体重変化を無視すれば，第 4 図に示された第 I 區は当才魚，第 II 區は 2 才魚，第 III 區は 3 才魚の体長と体重の関係を示すもので，耳石の調査結果からも，大体以上の事が認められる様である。

〔5〕 砂中に潜入する深度

昭和 23 年 3 月 5 日親魚 8 尾（第 2 表）を約 10 cm の厚さに砂を入れた 5 立硝子鉢に收容し，砂中に潜入する状況を観察した。使用魚体は，実驗前約 1 週間流水式にして 1×0.5 m³ の硝子水槽に放養し，夜間の行動を観察したものゝ中より健康魚を選択した。之等魚体の砂中潜入深度は 3.5～5.0

cm. 9 回平均深度 4.0 cm で，砂中に潜入後は靜止して，長く同一場所に停止する。潜入動作は極めて敏捷で，潜入せる魚体を硝子棒で触れると，砂外に飛び出すが直に他の場所に潜入する。

〔6〕 洄　　游

本魚の洄游に就ての資料は無いが，漁獲狀態，漁具使用の時期，魚体組成，砂中潜入狀況等より判斷すると，体長 7.0～8.0 cm までの当才魚は，潮流に依つて移動し，体長 8.0 cm 以上に成長すると砂中に潜み，殆んど洄游は行はない様である。本魚の漁獲と水温の関係は，兵庫縣水産試驗場々報に依れば 5.8～21.4 °C で，相当廣い範囲の水温に適應性を示して居る。

〔7〕 摘　　要

兵庫縣洲本市附近に於て，漁獲される イカナゴ Ammodytes personatus の産卵期，発生過程，成長度，洄游等に就て調査した。

(1) 産卵期は 12～1 月で，孕卵数は体長 7.0～8.5 cm. では 2389 粒，体長 8.5～10.0 cm では 6019 粒であつた。

(2) 熟卵は黄色で約 0.6～0.7mm の球形で，中央部に油球 1～2 個を有し，約 1 mm の卵殻膜を被り，産出されると沈降して器底に固着する。

(3) 水温 2.0～14.8°C に於ける発生過程は，受精後約 2 時間で第 1 分裂，4 時間で第 2 分裂，10 時間で morula stage，43 時間で embryo 明瞭となり，117～131 時間で尾端は 卵黄を離れて伸長し，155 時間で魚体各部に黒色々素現はれ，228 時間で孵化する。孵化当時の仔魚体長は 4.0mm 前後である。

(4) 当才魚の成長度は体長 L，体重 W と孵化後の経過日数 D との間に，次の関係式が成立する。(但し水温，水質，餌料等を考慮せず)

$$L = 0.6921 + 0.000457\ D^2$$

$$W = 0.00000000001976\ D^{5.238}$$

(5) 魚体と年齢との関係は，1 年魚は 体長 8.5 cm体重 2.0 gr 以下，2 年魚は体長 8.5～13.0 cm 体重 2.0～7.4gr，3 年魚 は体長 13.0 cm 体重 7.4 gr，以上に大別される。

(6) 親魚の砂中潜入深度は 3.5～5.0cm で，平均 4.0 cm であつた。

(7) 洄游は体長 8.0 cm 以下までの当才魚は，潮流に依つて移動するが，体長 8.0 cm 以上に成長すると，海底の砂中に潜入じて殆んど洄游しない。

尙イカナゴの調査は，廣島縣尾道市に於いて実施中にして，後日発表する予定である。本報告を終るに当り，色々と御指示下された水産試驗場，田内場長，花岡技官，島津技官並びに材料の入手に御便宜を與へられた，兵庫縣洲本市炬口漁業組合の各位に深甚の謝意を表する次第である。

文　　献

1. Jordann: Japanese Fishes, Vol. 2, 1901.
2. G. u. Lindberg: On the Classification and Distribution of Sandlances Genus Ammodytes (Pisces).
3. 兵庫縣水産試驗場々報 第 24—86 号
4. 大島　廣: 発生学汎論
5. 石川　昌外 1: ウロハゼの生活史 水産学会報 Vol. 8, No. 1.

冷凍メカジキの綠變現象に關する研究*
第 1 報　綠變肉よりイソ吉草酸類似物質の分離

(昭和 24 年 5 月 26 日受理)

天　野　慶　之
(水　產　試　驗　場)

Studies on the Green Discoloration of Frozen Swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus)
I. Isolation of Iso-valeric Acid-like Substance from the Green-colored Flesh

K. AMANO

SYNOPSIS

The problem of green discoloration of frozen swordfish has affracted the attention of frozen food packers for several years. In 1948, about thirty per cent of the total production was found to be "green meat" and was rejected as unfitted for marketing.

The greened part of the flesh gives disagreable smell which resembles that of sour kraut or sometimes foul cheese. The writer assumed that one of the components of this smell might be derived from some volatile acids and tried to detect such acids in the discolored part of frozen swordfish.

Materials used........ Meat flakes of frozen swordfish, collected from the green parts of the round fish stored in Shibaura Cold Storage Co., Tokyo, were introduced into the writer's laboratory on [illegible]7 Jan. 1949. This sample showed characteristic foul cheese-like smell and contained volatile base nitrogen from 22mgm. to [illegible]mgms per 100gms of the meat. Another sample was obtained from Tokyo Cold Storage Co., Tokyo, on 7 Jan. 1949, and [illegible].5mgms of volatile base nitrogen and [illegible].8mgms of hydrogen sulfide were found in this case. Organoleptic test showed that the latter sample was in less advanced stage of decomposition than the former.

Method of isolation of volatile acids from the fish meat

Fifty gms of the chopped meat were taken, to which were added 200c.c. of distilled water and 15c.c. of 25 per cent phosphoric acid. Then the mixture was subjected to steam distillation. 200c.c. of the distillate were collected in a beaker

* 水產試驗場業績　第 [illegible] 號　(1949)
1949 年 [illegible] 月，日本水產学会例会席上に於て講演。

and treated with 0.5gms of calcium hydroxide to fix volatile acids as calcium salts. After this, the whole content was evaporated to dryness on water bath. To separate alcohol soluble acids, the film-like calcium salts, thus obtained were extracted with 10c.c. of ethyl alcohol. After one hour standing, alcoholic portion was filtered off and the filtrate was tested for propionic, butyric and iso-valeric acid, and the residue for formic acid, under a petrographic microscope after Behrens-Kley.

Detection of propionic acid . . . . . A few c.c. of the filtrate was transferred on hole slide glass, to which were added 10mgms of barium acetate, but no precipitate was produced, even by the help of petrographic microscope crystal of barium propionate could not be observed.

Detection of butyric acid . . . . . To another portion of the filtrate were added 10mgms of copper nitrate and one drop of 20 per cent acetic acid. On standing for several hours, small amount of crystals deposited. The crystals were collected from the mother liquor and washed with distilled water repeatedly. The combined washings and the mother liquor were gently thickned on water bath. The concentrated solution was dried in dessicator, and examined under a petrographic microscope. But not a single crystal of copper butyrate was found.

Detection of iso-valeric acid . . . . The sparingly soluble crystals, obtaind by adding copper nitrate and acetic acid, separated from mother liquor and washed, were redissolved in few drops of acetic acid and recrystallised by liberating the acid at room temperature. The recrystallisation was repeated for three times. The photomicrographs of the crystals were shown in Plate 1~5.

Detection of formic acid . . . . . The residue of calcium salts treated with alcohol was dissolved in a few c.c. of distilled water, and filtered. To the filtrate were added 10mgms of cerium nitrate, however, no cerium formate was observed in this treatment.

Comparison of the isolated crystal with copper iso-valerate recorded in Behrens-Kley's description[1]

The crystal obtained by the writer agrees with Behrens-Kley's description in the following points 1) The dichroitic character of the crystal cannot be observed under a petrographic microscope. 2) Sometimes there appear hexagonal plates which measure about 30microns in length. (Plate 5) 3) Crossed forms of more than two prisms can be observed. (Plate 1) 4) Sometimes crystals occur in an aggregate form. (Plate 2 & 3) 5) The length of the prism is measured about threefold of width. (Table 1) 6) The crystal is insoluble in water.

These characters may be sufficient to identify the crystal in question as copper iso-valerate, but the writer must mention that there is one point inconsistent with Behrens-Kley's description, namely some crystals especially in the case of prismatic form, often do not show distinct edges but take foliated form. Such incompleteness in crystalline form may be due to insufficient purification of the cryst-

al, but the amount of the material was too little to execute further purification.

The amount of total volatile acid, calculated from the volume of 0.05 N NaOH required to neutralize the distillate, was about 12mgms per 100gms of the original flesh expressed as iso-valeric acid.

Because of the paucity of literatures related to the occurrence of iso-valeric acid in stale fish meat, the course of formation of the acid will be one of the most attracting research problem in the field of fresh fish preservation.

メカジキの凍結肉は輸出水産物中の重要なものであるが，その品質を低下させる現象の一つに肉の綠變があり，グリーン・ミートと呼ばれている，これは白色乃至は淡紅色の肉色が綠いろに變ることで，恐らく鮮度低下**による惡變と考えられる。綠變は皮下に近い肉部に多く，甘酢い臭，糠味噌臭，場合によつては溝泥臭が感ぜられ，これらの臭氣は變敗が進むにつれ，上記の順序で発生するもののやうである。筆者は，この異臭成分の一部に揮発酸が關與するものと想定して，その檢索を行い，イソ吉草酸に近似の物質を銅塩として分離し得たので，その概要を記述する。

I. 試　　料

試料 1.　1948 年 12 月 8 日，日東丸が築地市場に水揚したメカジキを，同日，東京冷藏で凍結せしめ，約 10 日後綠變化を見，1949 年 1 月 7 日，その一部を採取し，実驗に用いた。このものゝ揮発性窒素量は 13.5mg/100g，硫化水素は 0.8mg/100g であつた。

試料 2.　1949 年 1 月 17 日，芝浦冷藏で削取つた綠變肉（輕微な綠變部は削り落すことによつて製品化される）を用いた。このものゝ揮発性窒素量は 22～30mg/100g で，試料 1 より變敗の進行したものであり，特異な糠味噌臭を呈していた。

実驗は試料 1 について，予備的にイソ吉草酸の所在を認め，本篇に記載する諸事実は主に試料 2 に基くものである。

II. 揮発酸の溜出並に檢出

50g の細碎試料に蒸溜水 200c.c. 及び 85% 燐酸* 15c.c. を加え，水蒸氣蒸溜を行い溜分 200c.c. を得，これに 0.5g の水酸化石灰を加え，攪拌し，未溶解の $Ca(OH)_2$ はそのまゝ，全液を湯煎上に濃縮乾燥する。フイルム狀の乾燥物にエタノール（約 96%）10c.c. を加え，約 1 時間後濾別する。

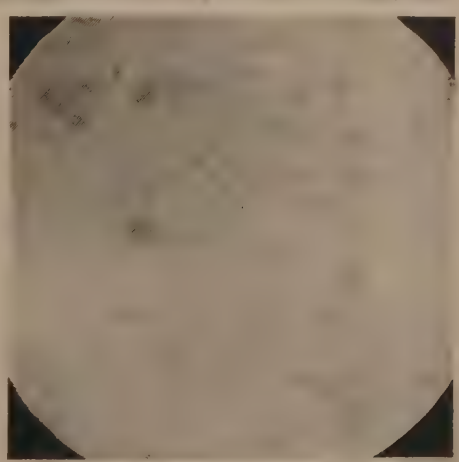


Plate 1.　×400
Crystals obtained by adding copper nitrate and acetic acid to the alcoholic extractive of calcium salts of volatile acids in the green-colored meat of swordfish.

プロピオン酸の存否　濾液の一部をホール・オブゼクトグラスにとり，これに醋酸バリウム約 10mg を加え，暫時放置後，鏡檢，プロピオン酸バリウムの結晶の存在せぬことを認めた。

醋酸およびイソ吉草酸の存否　次に同じ濾液の他の一部に約 10mg の硝酸銅を加え（結晶のまゝ落す），約 20% 醋酸 1 滴を点じ，室

* 燐酸を添加しない蒸溜でも，溜分中に，該揮発酸の所在が認められる。
** 第 2 報以下に発表の予定

Plate 2 ×400
Cristals recrystallised. A crossed form of prism can be marked.

Plate 3 ×400
Crystals recrystallised.
An aggregate form.

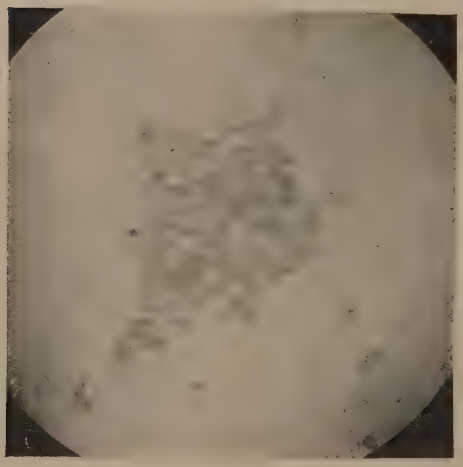


Plate 4 ×100
Recrystallisation repeated for three times. Prisms (dark in color) and disc or hexagonal plates can be marked.

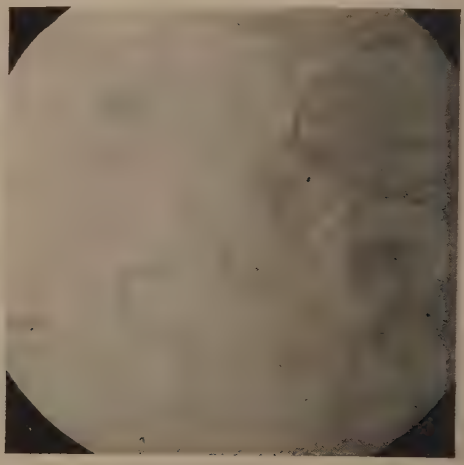


Plate 5 ×400
Recrystallisation repeated for three times. Discs or hexagonal plates can be marked in magnified scale.

[illegible]に放置，風乾して，結晶を析出せしめる，この際，観察された結晶は第1図の如きものである。晶形が不完全なことから再結を行うためと，水溶性の酪酸銅を分別するために，この結晶に少許蒸溜水を落し，可溶部を時計皿に移し，湯浴上で濃縮した後，デシケーター中で乾燥せしめ，鏡検の結果，酪酸銅を見出し得ず。

次に水可溶分を除いた残りの結晶に再び 20% 酢酸1滴を点じて溶解せしめ，放置風乾して再結せしめる（第2，3図）。この結晶を更に蒸溜水で洗ひ，次で 20% 酢酸で溶解，再結を3回繰返し，第4，5図の如き晶形を得た。これらの晶形は，いづれもイソ吉草酸銅に近似のものである。

蓚酸の存否　上記エタノール抽出の際に残る石灰塩を少許の蒸溜水に溶解せしめ，硝酸セリウム約1mg を加え，放置後鏡検したが，蓚酸セリウム塩の結晶を認め得ず。

全揮発酸量　試料 2 の他の 50g の部分について，0.05N 苛性ソーダ滴定数から計算して，仮にイソ吉草酸量として約 12mg/100g の値が得られた。

III. 分離銅塩の晶形の観察

顕微鏡下で，ミクロメーターで測定した分離銅塩の大きさは第1表の如くである。

IV. 分離銅塩と Behrens-Kley[1] 記載イソ吉草酸銅との晶形の比較

第1表　メカジキ緑変肉より得たイソ吉草酸類似物質の大きさ

Table 1. Measurements of the copper salt of the acid isolated from green-colored meat of swordfish

Crystal form	Length in micron	Width in micron	Remarks
Foliated form	15*	3.5*	Plate 1
	19	5.7	Plate 1
Prism	23	5.7	Plate 4
Disc or hexagonal form	34~42	—	Plate 5

* Crystals of this size were commonly observed.

文献と一致する点　1) 結晶を偏光顕微鏡下におき，ニコルを入れて消光位にもたらし，ニコルを外して，色を見る（緑色）次にこれを[illegible]角回轉して色を見，變化なく，多色的二色性が認められない。 2) 稍々不完全であるが六辺平板状の結晶が見られ，その長さは[illegible]ミクロン程度である。（第5図） 3) 柱晶の直交及び斜交型が見られる。（第1図） 4) 柱晶が星状に集合することもある。（第2，4図） 5) 柱晶の場合，長さは幅の約3倍である。（第1表）

文献と一致しない点　1) 柱晶の場合，周縁の明瞭な結晶に乏しい。即ち，柱晶の長辺と短辺のたすきが不明瞭で，柱状というよりは葉状に近い。

V. [illegible]に市販イソ吉草酸についての対照実験

[illegible]中，本揮発酸の混在の有無を知るために，蒸溜水 2[illegible]c.c. に 25% 燐酸 15c.c. を加え，その留分 [illegible]c.c. に [illegible]g の $Ca(OH)_2$ を加え，上記同様乾燥せしめ，10c.c. のエタノールで抽出，これに $Cu(NO_3)_2$ [illegible]mg 及び 20% 酢酸1滴を加えて，風乾せしめ，試料に見らるゝ如き銅塩の全く生成しないことを確かめた。

次に，市販イソ吉草酸（加藤薬品）の [illegible].2% 液を作製，この 5.[illegible]c.c.（[illegible]mg を含む）に，蒸溜水[illegible]を加え，$Ca(OH)_2$ [illegible]を投入して，[illegible]後，濃縮乾燥し，エタノール抽出を行ひ，上記の如くイソ吉草酸銅を析出せしめたところ，第[illegible]図結晶では，メカジキ試料留出液より得られたと同様な[illegible]な晶形を得た。これに反して，$Ca(OH)_2$ で中和を行わず，[illegible].2%イソ吉草酸[illegible]c.c. に直接

1) P. D. C. Kley: Behrens-Kley organische microchemische Analyse, s. 32[illegible], 1922.

硝酸銅及び醋酸を加えた場合には，周縁明瞭な Behrens-Kley 記載に見られる通りの晶形を析出したので，筆者の分離した銅塩はたほその精製が不充分であつたため，完全な晶形をとるに至らなかつたものと思われる。

VI. 考　　察

燐酸々性下の水蒸氣蒸溜分の揮発酸のうち，その石灰塩でエタノール可溶のものは，C_3 乃至 C_5 のプロピオン酸，醋酸，イソ吉草酸であり，実驗によつて前2者の存在を認め得ず，析出銅塩の水に不溶であること，IV項に述べたやうに，光学的性質その他が，イソ吉草酸によく一致する点などから，メカジキ縁變肉中に微量ではあるが，イソ吉草酸が存在したことは略々確実と推定される。然しながら，同一系統の臭氣を有し，且つ近縁である醋酸が見出されなかつた点が疑問視されるであらう。在来の記載によると，細菌によつて醋酸を生ずる場合の基質としては，澱粉その他の糖類，乳酸，含窒素物としてはグルタミン酸があり，このうち魚肉にその所在が考えられるのは一部糖類，乳酸，グルタミン酸である。これらに作用して醋酸を形成する細菌は，*Bac. butylicus*[1]（乳酸の場合）とか *Bac. putrificans*[1]（グルタミン酸の場合）の如き嫌氣性細菌が主のやうである。

ところが魚肉の初期腐敗では，このやうな嫌氣性細菌の発育は先づない[4]と見てよく*，従つて醋酸の生産はその機会に乏しいのではなからうか。

一方イソ吉草酸を形成する基質は乳酸[2]，含窒素物では Valine[6]，Leucine[7]，Proline 等が挙げられ，且つ細菌も *Bac. subtilis*[3]（乳酸の場合），*Bac. proteus*[7]（Leucine の場合）の如き好氣性細菌も作用可能であり，従つて乳酸を基質としても，アミノ酸から出発しても，その産生は容易ではなからうか。その生成経路は今後の研究課題であらう。さきに，東・岡田[8]は揮発性窒素 1,000mg/100g 程度に著しく腐敗せしめた魚肉中に平均分子量 80 前後の酸生成が多大であることを報じたが，魚肉の初期腐敗に際して揮発酸の所在を見たのは醋酸に就ての記載[9][4]であつて，イソ吉草酸の分離例はあまり見受けられないのではないかと思う。

勿論，イソ吉草酸がメカジキ特有なものでは恐らくないであらう**。又，これが縁變現象に直接関係あるかどうかも今後明かにされ得き部分に属する。

VII. 摘　　要

異臭を有する冷凍メカジキの縁變肉よりイソ吉草酸に近似する揮発酸を銅塩として分離し，その結晶の性状を記載した。

本研究に就て種々御教示を賜つた石田正男博士並に山田研究室長及び文献に就て多大の御便宜を與えられた北大小幡博士，座間宏一氏に深甚なる感謝の意を表する。また試料採取に当つて便宜を與えられた冷凍魚介類價格査定委員会，大河原部長，飯島技師並に極東物産加藤氏に厚く感謝の意を表する。又，写眞撮影に助力された竹村嘉夫氏に御礼申上げる。

* 事実，メカジキ縁變部よりは好氣性細菌が多く分離せられた。（別に記載の予定）

** 筆者は，冷凍大鮮の縁變部についても，メカジキの場合と同様な臭氣を感じた例に遭遇した。

2) Neuberg u. Arinstein : Biochem. Z., 117, 269, 1921
3) Brasch u. Neuberg ; Biochem. Z., 13, 299, 1908
4) Shwan : Proc. Soc. Agr. Bact., 15, 56, 1944
5) Fitz ; Ber. deutsch. Ges., 13, 1309, 1880
6) Neuberg u. Karczag : Biochem. Z., 18, 435, 1909
7) Ehrlich : Ber. deutsch. Ges., 44, 139, 1911
8) 東・岡田：日本水産学会講演（1948 年 5月，香住）及 東 秀雄：農学，3, 1, 37, 1949
9) Collins : J. Fish. Res. Bd. Canada, 5, 197, 1941

海獸胃中の蛋白消化酵素に就て（第3報）※

I. 凍結法による酵素溶液の濃縮

II. 鯨 Pepsin の消化至適溫度

（昭和 24 年 5 月 2 日受理）

高岡道夫・石原義雄・小川周三・西野一彦

（北海道大学農学部水産化学教室）

（農林省 水産試験場 札幌試験地）

Protease in the Stomachs of Marine Mammals. (III)

M. TAKAOKA, Y. ISHIHARA

S. OGAWA & K. NISHINO

SYNOPSIS

I) Concentration of the enzyme solution by freezing.

We divided the enzyme solution into 5 layers in the test tube, and repeated freezing (in −6°～−12°C) and melting (in the room temp.) of it.

The concentration of the enzyme in the 5 th layer was maximum when it was repeated 5 times, and the ratio was ca 3.6.

II) The Optimum temperature of the whale-pepsin.

The opt. temperature of the whale-pepsin (Preparation from northern rorqual) was found to be 42°C (in 30 min., Edestin) and 30°～40°C (in 6 min.)

This lies in the intermediate between the opt. temp. of the fish which lives in cold water and that of the fish in warmer water.

I. 凍結による酵素液の濃縮

前報[1]に於て鯨 Pepsin 製造の浸出條件に就て報告したが，その後浸出液の凍結融解を繰返して濃縮を試みた実驗の一部をこゝに報告する。

酵素溶液の濃縮は酵素の性質上比較的低溫度に於て行う必要がある。一般には少くも 40°～45°C 以下の溫度で減圧濃縮を行つているが，資材・費用の点から又酵素力保持の見地から全く熱を加えない所の凍結法による酵素溶液濃縮の可能性を檢討してみた。市販局方含糖 Pepsin を用いた予備実驗により，酵素溶液を凍結させると先ず水分が凍結しその後或る程度濃縮された酵素溶液が凍結して行く事が見られたので，之を靜かに融解するときは酵素の比較的濃厚な部分と稀薄な部分との二層に分けられるのではないかと推定し，この簡單な凍結融解の操作を繰返すことにより酵素溶液をどの程度迄濃縮出來るものであるかを実驗した。

〔実驗並びに考察〕

実驗材料：市販局方含糖 Pepsin（小西製）の 5% (N/50-HCl に溶解) 溶液

※ 水産試驗場業績　第 126 號 (1949)
高岡：水産物臟器に関する研究（第 11 報）

実驗方法：内容約 30 c.c. パイレツクス試驗管を底部から 4 c.c. 宛の層に目盛し上部より順次第1層～第 5 層とする。酵素液 20 c.c. を入れ -6°C～-12°C の低溫室に於て凍結，之を室溫で融解する。この凍結融解を所要の回數繰返した後第 1 層から順次靜かにピペツトで取出し各層毎に酵素力を測定する。酵素力測定は前報同樣 Fuld-Levison の大島氏変法に準じ，Edestin 1 g を酵素液 1 c.c. で消化（pH 2.0 40°C 1 時間）した時を 100 として計算した。

実驗結果を示すと第 1 表の通りである。（酵素液 1 c.c. の力價）。

第 1 表 **

區分 / 凍結融解回數	第 1 層	第 5 層	対照
0	14.0	14.0	14.0
1	5.0	17.0	—
3	2.5	35.0	14.0
5	2.0	50.0	14.0
7	1.5	38.5	10.0
10	0.5	30.0	10.0
15	0.5	25.0	7.0

（**全溶液の平均酵素力）

縦軸に酵素力横軸に凍結融解回數を取つて第 1 表を図示すると第 1 図が得られる。

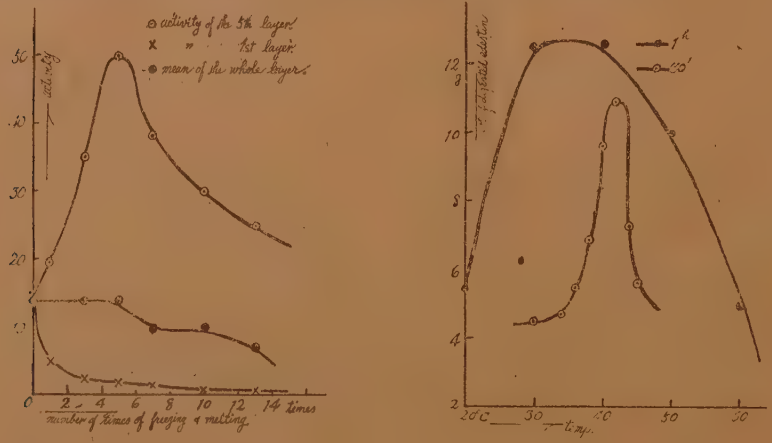


Fig. 1 Change of activity of enzyme by freezing & melting.

之によると最下部第 5 層の酵素力は凍結融解回數 5 回で最大を示しその濃縮比は約 3.6 である。対照の全溶液の平均酵素力は凍結融解 5 回までは變化ないが以後漸減する傾向にある。第 1 層は凍結融

解を重ねるに從つて漸次減少する。

この外凍結濃縮の場合，氷中に移行する酵素量，溶液中の酵素力と容積との関係，一定濃度に濃縮するに要する経過時間等の実驗結果は後報に讓る。

II. 鯨 Pepsin の消化至適溫度

Pepsin の消化至適溫度に関する報告は今迄多数[2]提出されている。今之を総括的に見れば，同一 Pepsin に就ても消化條件，基質の種類等によつて異る結果を與えるものではあるが，魚類の Pepsin は陸上哺乳動物のそれに比してその至適溫度低く且低溫に於て消化力の強い傾向を示すと云える。又魚類 Pepsin 中寒水性のものは（スケソー・ヒメマス・ギンマス等）30°～40°C 暖水性のものは（ブリ・マグロ・ウナギ等）50°～60°C の至適溫度が報告されている。この点 海に棲む哺乳動物である鯨の Pepsin 至適溫度如何は興味ある問題と考える。

〔実 驗 並 に 考 察〕

実驗材料：北海道網走沖で漁獲した鰛鯨の胃を冷凍貯藏したものを原料にし調製した暗褐色角質狀の濃厚 Pepsin（前報參照）。

実 驗 法：0.1% Edestin 溶液（N/50-HCl に溶解）5 c.c. に緩衝液（pH＝2.0 枸櫞酸塩）を同量加え酵素添加後恒溫水槽にて各種溫度に 30 分又は 60 分保持後消化力測定。方法は前回に同じ。酵素力單位は 1 g の Pepsin が消化する Edestin の g. 数で示す。

A. 消化時間 30 分の場合。0.2% Pepsin 溶液を用いて各溫度に於ける消化力の測定結果は次の如くである。

溫　度（°C）	30	34	36	38	40	42	44	45
消化 Edestin 量（g）	4.54	4.76	5.46	6.9	8.71	10.41	7.27	5.55

B. 同じく消化時間 60 分の場合。（0.1% Pepsin 溶液使用）

溫　度（°C）	20	30	40	50	60
消化 Edestin 量（g）	5.55	12.5	12.5	10.0	5.0

之等の実測値を図示すると第 2 図の如くである。

此の場合，同條件にて市販含糖 Pepsin（小西製）に就て行つた結果は次の通りである。

C. 消化時間 30 分の場合。（0.5% Pepsin 溶液（N/50-HCl に溶解）を使用）。

溫　度（°C）	35	40	42	44	46	48	50	55
消化 Edestin 量（g）	0.76	0.87	0.95	1.0	1.05	0.9	0.76	0.74

D. 消化時間 60 分の場合。（0.5% Pepsin 溶液使用）。

溫　度（°C）	30	35	40	45	50	55	60
消化 Edestin 量（g）	0.76	1	1.11	1.11	1.11	0.95	0.76

之等を図示すると第 3 図の如くである。

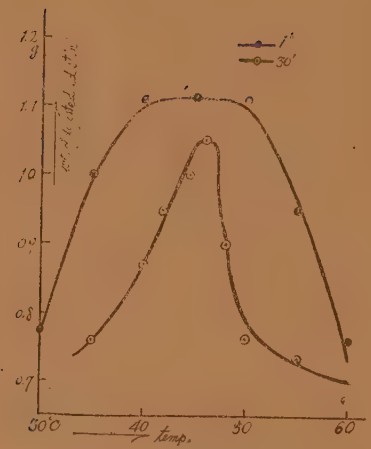


Fig. 3 The opt. temp. of commercial pepsin.

以上の結果によると，鯨胃 Pepsin の消化至適温度は消化時間の長短によつて異り，60 分消化の時はその至適温度 30～40°C に在り，その範囲も廣いのに対して，30 分消化の場合は 42°C が至適温度で且その範囲は狹くなる。この消化時間の長短により至適温度が移行すると云う事は，種々の報告の存在する所であるが大島・佐々木両氏[2]の鮪 Pepsin に就ても同様の報告がある。

比較試驗として行つた市販含糖 Pepsin に就て見ると，消化時間の長短により適温範囲の廣狹は生ずるが，鯨胃 Pepsin の様な適温の移行は見られない。以上によると鯨 Pepsin は市販含糖 Pepsin（豚）に比して殆んど同じ至適温度を示すが，魚類Pepsin に比較してはその寒水性のものと暖水性のものとの中間に至適温度存在す。

〔要　　約〕

1. 上方から第 1～第 5 層に分劃した試驗管に酵素溶液を入れ凍結融解を繰返して，各層の酵素濃度を毎回測定した。5 回凍結融解を繰返した第 5 層が約 3.6 倍に濃縮され最高値を示した。

2. 鰹腺から調製した粗製 Pepsin に就てその至適温度を，基質に Edestin 消化時間 30 分及 60 分の條件に於て測定した所，42°C（30 分），30～40°C.（60 分）と云う結果を得た。之の温度は寒水性魚類と暖水温水性魚類の Pepsin 至適温度の中間に位する。

（本研究費の一部は文部省科学研究費によるものなり。厚く感謝の意を表す　（昭和 24 年 2 月 16 日記））

文　　献

1. 高岡・石原・角谷・小川・西野：日本水産学会誌。15, 323（昭 24）
2. 島田：日水誌，**4**, 9（昭 10）
   大谷・中井：〃 **6**, 45（昭 12）
   大島・佐々木：水産学雑誌 **28**, 17（大 14）
   〃 **29**, 17（大 15）
   高橋・廣沢：日水誌 **5**, 109（昭 11）
   Rakoczy: Z. physiol. Chem. **85**, 349, (1913)
   Hammersten: Z. physiol. Chem. **56**, 47, (1908)

ハマグリ産卵期の研究

1. 昭和22年東京灣に於けるハマグリの産卵期※

（昭和 24 年 5 月 2 日受理）

瀧　　庸

（水 產 試 驗 場）

Spawning Season of *Meretrix luzoria* (Bivalves) in Tokyo Bay in 1947

ISAO. TAKI

SYNOPSIS

The spawning season of *Meretrix luzoria* has been investigated by a number of authors for a long time at various localities with the purpose of protecting the adult clams during the spawning season and finding out the gathering time of the clam seeds.

The ivestigation of clam in Tokyo Bay was intended in consecutive years in order to determine appropriately its spawning season and to make clear the decisive environmental factors to the spawning because the irregular results have been obtained by the previous authors. The material was supplied by the courtesy of Tokyo and Chiba Fisheries Experimental Stations collected from their clam fields.

In Haneda clam field the ejaculation was begun early in June and reached its highest season in July and became active again during the time from middle of August to that of September and seemed to last by late in October. The temperature and the specific gravity of sea water were 20°—30°C and about 1.010 at the ejaculating season in its height respectively. The temperature registered 15° and the specific gravity of sea water was 1.006 at about end of ejaculation. Since the heavy typhoon of September 15th the sea was covered by water of the River Tama for several days and its specific gravity decreased nearly to a value of freshwater. The sudden decrease of specific gravity of sea water may have effect intensively on the discharging activity of clams. The spawning was begun from early in June and reached peak in July and active from middle of August to early in September and seemed to finish at about end of September or early in October. The temperature and the specific gravity of sea water at the highest season of spawning were the same as in the ejaculation of male. The highest spawning season in Haneda was in accord nearly with that in Chiba, investigated by Naito in 1930.

The male clam of Chiba began to discharge sperms from early in June and the

※ 水產試驗場業績　第 127 号　(1949)

time from middle of June to early in August was the ejaculating season at its height and the clam was active again at about early and middle in September and ceased its discharge at about end of September. The temperature was 20°—30° and the specific gravity of sea water was 1.02—1.024 at the highest season of ejaculation. At this time there was no great diversity of temperature in both localities but the specific gravity in Chiba was exceedingly higher than that in Haneda where seemed to be much affected by river water of the Tama. The temperature and the it specific gravity when the ejaculation ceased were both higher in Chiba than in Haneda. The clam began to spawn early in June and was active a little from late in June to middle of July and from late in July to early in August but the spawning reached at its peak in middle and late of August and active again in early and middle of September and ceased by end of October. The temperature ranged from 26° to 30° and the specific gravity of sea water from 1.018 to 1.019 at the highest season of spawning. Therefore the temperature in that season was higher than that in the ejaculation and in the spawning season at Haneda; the specific gravity in that season was a little lower than in the ejaculation and somewhat higher than in Haneda. The beginning and the highest seasons of ejaculation coincided at Chiba and Haneda. The ejaculation was prolonged much more at its peak in Chiba than in Haneda and ceased earlier in Chiba than in Haneda. Both the highest seasons of ejaculation and spawning were concurrently in Haneda but not so in Chiba. In Chiba the highest peak of spawning was retarded by a month in comparison with the results obtained by Naito in 1930 as in the case of oyster which was observed by Fujimori along the coast of Tokyo Bay in Chiba Prefecture in 1947. It is conceivable that there may be some factors delaying the spawning season of clam and oyster along the Chiba coast of Tokyo Bay in 1947.

ハマグリの産卵期については農商務省農務局（明治 23 年）から東京近海の材料に基いて 4～6 月であると発表された。松原（明治 24，25 年）は浦安町の材料について顕微鏡で生殖腺を調査した結果，8～9 月が産卵の盛期であるとした。青木（明治 25，26 年）は東京湾の品川，行徳，船橋，検見川，寒川，青柳，木更津などの材料に基いて顕微鏡検査と，体を圧して生殖孔から生殖細胞が出るものを生殖時期のものと認めて，4 月中旬～10 月中旬が産卵期で，5 月下旬～9 月下旬が最盛期であるとした。宮戸（明治 26，27 年）は仙台市場，渡波の材料について調査して 5 月上旬～7 月末まで熟卵を認めることが出来て，8 月には産卵盛期を過ぎ，9 月には生殖腺が小さくなるのを見た。秋山（大正 3 年）は 5～9 月を産卵期とし，藤森（大正 9 年）は有明海のハマグリについて生殖腺の顕微鏡検査と稚貝の定着状況とから産卵期は 5 月中旬～7 月上旬で，5 月下旬～6 月上旬がその最盛期であるとした。内藤（昭和 5 年）は千葉市地先の材料を毎月数回生殖腺の発達状態を精査して，6 月下旬～8 月中旬が産卵期で，6 月下旬～7 月末が最盛期で，水温は 23～27 C であつたと報告した。平瀬（昭和 2 年）は 5～10 月に亘り産卵するとし，妹尾（昭和 5 年），鶴脚・大島（昭和 6 年）は共に 5～9 月が産卵期であるとした。庄司（昭和 12 年）は生殖腺の肥大状態と卵の形態，精子の活動状態から生殖物放出前，放出初期，半放出，殆ど放出の四段階に分けて産卵期を調査し，鶴舞貴城面では 8 月中のみに，湊川面では 7 月中旬～9 月初旬，大堀面では 7 月上旬～11 月初旬に産卵するとした。吉田（昭和 16 年）は庄司の結

果を補足して釜山市場，鎭海の材料につき上述の如く生殖腺の狀態から四階段に分ち，更に鎭海と鷄四里とで浮游仔貝，底棲稚貝の出現を調査し，その結果に基いて産卵期は7月下旬～10月上旬に亘り，その中で8月中が最盛期であると報告した。

以上の如くハマグリの産卵期については多くの人によつて調査されたが，最も早いのは4月上旬で，最も遲いのは11月上旬で，その結果はまちまちである。それはハマグリの産地の違いに基く遲速によることが第一に挙げられねばならぬが，同一地域でも年によつて差のあることを認めねばならぬ。更に又産卵期決定の方法にも研究者によつて差のあることがその大きな原因となつていると考えられる。人爲的な差異をなくすれば産卵期を支配する大きな力は環境であると見なされよう。環境と産卵期との関係を追及することによつて産卵期の特質を把握することが出來る。このためには数年繼続して産卵期と環境條件とを調査せねばならぬ。從來繼続的に調査されなかつたこともまちまちな結果を生じた一原因であろう。以上の諸欠陷を補つて産卵期を決定し，環境との関係を明にするのが本研究の目的である。その第一回の調査研究の結果をここに述べる。調査を行うに当り材料を提供され，水温及び比重を測られた東京都水産試驗場及び千葉縣水産試驗場内湾分場の職員各位に深甚な謝意を表わす。

材料及び方法

千葉市地先にある千葉縣水産試驗場内湾分場の試驗地及び羽田地先にある東京都水産試驗場の試驗地の材料につき殻長約 20～80mm の間の様々の大きさのものを毎回調査したが 60mm 前後の大きさのものが最も多かつた。それはこの大きさのものが最も多数に採取されたに他ならぬ。この両地点を選んだわけは一定の試驗地から連続的に材料が供給してもらえることと，東京湾に於て環境を異にする東西相対する両地点を調べることによつて東京湾全体の傾向を察することが出來ると共に，両地点に起る差異によつて環境と産卵條件との関係を追及するに好都合な手掛りを得るに便利であるからである。

産卵期とは，卵を産み始めた日から産み終る日までの期間をいう。多くの個体が産み出した卵の数を調べて，その数の最も多い時期が産卵の最盛期である。鳥類や昆虫類などではこのような方法で直接にその時期が決定出來るが，ハマグリの場合では産卵している時を直接知ることも，その卵の数を数えることも極めて困難であるから間接的な方法によらねばならぬ。それには先ず毎月 2～3 回生殖腺の大きさ，色，胞嚢の膨み具合，形，卵精子の発達の程度，体の肥満の程度を調べた。雄に於ては精巣が充分に膨らみ，精子が多数に形成され，活潑に動いているものは放精しているものと認め，雌に於ては卵巣がよく膨らみ，卵はほぼ球形となり，胚胞が大きくなり，その膜が不明瞭になつたものが多数に認められた時には産卵しているものと見做した。その理由は，成熟した精子及び卵が多数に形成されたならば放出されるのが動物界一般の通則であるからだ。このような方法によつて毎回約 50～100 箇を調べた。生殖腺の中に成熟した生殖物を初めて多数に見出した時を放出の始まつた時と認め，放出していると思われる箇数の最も多い時を最盛期と定め，生殖腺が小さくなり，生殖物が少なくなつたものを休止期と見做した。この方法によれば1個体の放出回数や放出量を知ることは出來ないが，全体から見てどれ位の割合の個体が放出を行つているかを知ることが出來るから放出個体の最も多い時が最盛期と認められる。なお生殖腺の膨みの程度に消長のあることは，その回数が産卵回数を示すものではなくて，放出量の消長を示すものと考えられる。1個体の放出狀態については別の方法によつて明にしたい。

以上の方法では間接的に産卵放精期を推察するに止まるから，プランクトンとして幼生の出現狀態，稚貝の沈着時期を今後調査して推察結果を検討し補正してその正確を期したい。

觀 察 結 果

羽田地先の材料について見るに，先ず雌に於ては 5 月 18 日に精子の完成している個体は一つもなかつたが，体の肥満しているものが 34.5% に達していた。6 月 5 日には精子の成熟した個体が 80 箇中 29 箇で 37% を占め，51 箇は未熟であつた。6 月 23 日には 56 箇中で精子を持つているものが 31 箇で，その中の 1 箇は精子が少なく，12 箇からは精子を見出すことが出來なかつたので，既に放出してしまつたものと思う。7 月 2 日には 35 箇中で精子を多數に持つたものが 31 箇，極めて少ないものが 1 箇，未熟なものが 3 箇あつた。7 月 19 日には 28 箇中，精子の多いものが 26 箇で，1 箇は胞襲が空になつており，1 箇は精子が非常に少なくなつていた。このような個体は再放出後又は殆ど放出し終つたものと見なされる。8 月 2 日には 57 箇中で放出の盛だと思われるものは 21 箇で，他は放精していても極めて少ないものと思われる。8 月 16 日，27 箇の中で生殖腺の大きい 10 箇と，中位の大きさの 9 箇とが共に体がよく肥えていて，放精しているものと認められる。9 月 3 日，37 箇中で 17 箇は放精し終つたもので，4 箇が相當多量に，11 箇が雌に放出し，4 箇が殆ど放出したい狀態と思われるから，15 箇が放出していると見なされる。9 月 18 日，46 箇中で精子の多い個体は 26 箇，やや多いものが 2 箇で，大部分放精してしまつたものは 16 箇，精子の全くないものが 2 箇あつた。それで半數以上はまだ盛に放精しているものと認められる。9 月 30 日，59 箇中で 29 箇に精子が多く，11 箇に少なく，19 箇になかつた。それで 49% がまだ盛に放精し，18% は殆ど放精しなくて，32% が放精し終つたものと認められる。雌に比べて放出している個体が多い。10 月 14 日，39 箇中で精子の多いものが 14 箇で 36%

Date	♂			♀			T	SG
	N	Dis.	R %	N	Dis.	R %		
Jun. 5	80	29	37.0	79	1	1.3	—	—
23	56	31	55.0	36	6	1.6	22.5°C	1.01060
Jul. 2	35	31	88.5	39	19	49.0	20.9	1020
19	28	26	93.0	33	33	100.0	28.8	1008
Aug. 2	57	21	37.0	62	23	37.0	30.4	1445
16	29	19	65.5	47	29	62.0	—	—
Sept. 3	37	15	40.5	50	29	58.0	—	—
18	46	28	61.0	67	11	16.5	23.1	0000
30	59	29	49.0	43	3?	7.0?	22.0	450
Oct. 14	39	14	36.0	33	0	0	21.4	580
28	49	7?	14.5?	46	0	0	15.1	600
Nov. 16	70	3?	4.0?	53	0	0	12.3	1110
30	46	2?	4.0?	67	0	0	8.8	860

Table 1. Table shows ratio (R) of discharging individuals (Dis.) to total number (N) observed, collected from clam field of Haneda. T temperature, SG specific gravity of sea water, represented by average of 5 days results.

を占め，これが放精可能なものと認められる。精子の少ないものは 13 箇で 33%で殆ど放精の可能性はなく，12 箇 31%が放出し終つたものである。10 月 28 日，49 箇中で精子の多いものは 7 箇で 14.6%，僅に認められるものが 8 箇で 16%，全く認められないものが 34 箇で 70%であつたから，大部分は放出し終つていると認められる。精子の多い 7 箇でも水温の低下と放卵の殆ど見られないことによつて殆ど放精しないもので生殖時期は終つたものと見なしてよいと思う。11 月 16 日，70 箇中で精子の認められないものが 67 箇で 96%は既に放精し終つたものである。その中で胞嚢が膨れていて白色で内部に顆粒を含むものが 12 箇（17%）あつた。精子の多いのは 3 箇で 4%に過ぎない。胞嚢が扁平になつて内容物の殆ど皆無のものが 55 箇で 79%であるから，久しい以前に放出を終つてしまつたものではないかと思う。11 月 30 日，46 箇中で精子のないものが 44 箇で 96%であるから，大多数のものが放精し終つているものと見なされる。精子の認められた 2 箇（4%）も僅にこれを認め得たに過ぎないから，放精可能とは思われぬ。12 月以降でも同様に極めて僅の個体に少量見られるが，多分これは放精しないで体内で次第に吸収されてしまうものと考えられる。

雌について見ると 5 月 18 日には 23 箇中で総てのものがラッキョウ状の卵を持つていて，成熟卵は一つも見つからなかつた。体の肥満しているものも僅に 2 箇に過ぎなかつた。6 月 5 日には熟卵を持つた個体は 79 箇中 1 箇で，45 箇は卵が中位の大きさ，33 箇は小形で，その中 1 箇は生殖腺の発達が極めて悪いものがあつた。6 月 23 日には卵がほぼ球形となり，胚胞は大きくなり，その膜が不明瞭になつたものが 36 箇中で 6 箇で，胚胞が中又は小形で明なものが 9 箇，卵の中又は小形なものが 19 箇あつた。7 月 2 日，39 箇中成熟卵を持つた個体が 19 箇（49%），充分に成熟していないものが 11 箇，殘りは両者の中間にあつた。7 月 19 日，38 箇総てが成熟卵を持ち，中には未熟卵を少し交えていたものもあつたが，全部放卵しているものと見てよいと思う。8 月 2 日，62 箇中で成熟卵のあるものが 23 箇で，未熟なものが 39 箇あつた。8 月 16 日，47 箇中で成熟卵を多数に持つていて盛に放出していると

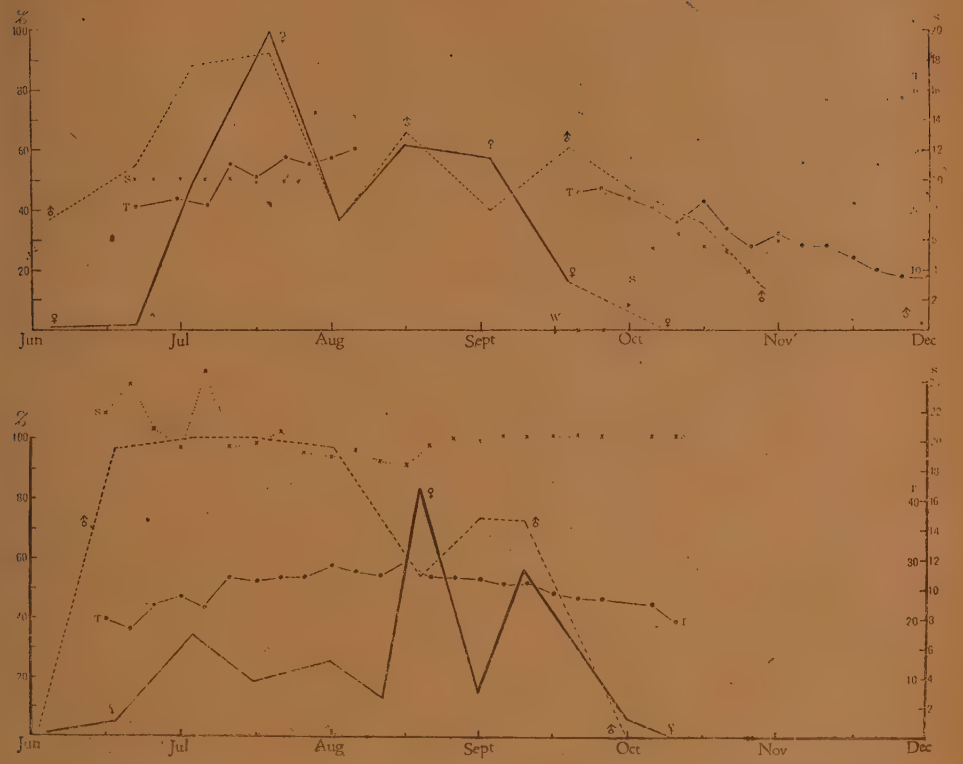
Date	♂			♀			T	SG
	N	Dis.	R %	N	Dis.	R %		
Jun. 17	40	39	97.5	46	2	4.3	17.9 C	1.0236
Jul. 3	47	47	100.0	44	15	34.0	21.7	214
14	22	22	100.0	22	4	18.1	25.9	197
Aug. 1	32	31	97.0	35	9	25.0	27.5	192
11	28	20	71.5	24	3	12.5	29.8	192
17	37	20	54.0	35	29	83.0	26.7	195
31	34	25	73.5	34	5	14.7	26.5	197
Sept. 19	26	19	73.0	32	18	56.0	25.3	211
30	36	0	0	32	2	6.2	23.5	215
Oct. 11	29	1?	22.5?	31	0	0	19.7	215

Table 2. The table gives the number of clams observed (N) and of discharging reproductive substances (Dis.) and the ratio (R) of which to total individuals, collected from Chiba clam field. T temperature and SG specific gravity of sea water.

思われるものは 29 箇（62%）であつた。9 月 3 日，50 箇中で殆ど放卵し終つたものが 21 箇（42%）で，半分位又は多数に卵が残存するものは 29 箇であつたから 58%は産卵しているものと見なされる。9 月 18 日，67 箇中で熟卵の多い個体が 11 箇（16.5%）である。9 月 30 日，43 箇中で 30 箇は放卵し終つたもの，10 箇は熟卵の少ないもの，やゝ多いものが 3 箇であつたから約 70%が放出してしまつたもので，卵を持つているものの中で約 6.9%が放卵しているのではあるまいかと思われる。10 月 14 日，33 箇中で 18 箇は放卵し終つたもので 55%を占めているから半数以上は既に産卵期を過ぎたものといえよう。卵の比較的多い個体は 4 箇（12%）で，しかも未熟卵が大部分を占め，大形の卵は極めて少なかつたので，殆ど産卵したいものと思われた。その他の個体の卵数は種々の程度の差があるが，何れも未熟卵であつたから，放卵の可能性はないと見るべきであろう。10 月 28 日，46 箇中で 37 箇（80%）は放卵し終つたもので，卵を少し持つているものは 7 箇（15%），やゝ多いものは 1 箇（2.5%）に過ぎず，その中に熟卵と思われるものは見られなかつた。11 月 16 日，56 箇中で 44 箇に卵を認めることが出來なかつたので 83%は放出し終つたものといえよう。大形の卵を比較的多く持つている個体が 1 箇あつたが，放卵の可能性は認め難い。11 月 30 日，67 箇中で大形の卵のあるものは 2 箇（3%）であつたが，細胞質の小顆粒が散在して分解しかかつているように見えた。それで 9 月末頃で産卵は終了するものと思われる。

千葉市地先の材料について見るに，6 月 2 日には精子が完成していなかつたが，6 月 17 日には 40 箇中で精子のあるものが 39 箇で，精巣に精子が充満しているものが 3 箇あつた。それで 97.5%は放精を始めていることが認められる。7 月 3 日に觀察した 47 箇総てが完成した精子を多量に持つていたので，全部が放精しているものと思われた。7 月 14 日に調べた 29 箇全部が多量の精子を持つていた。その中 5 箇は精巣及び体の膨みから相当多量に放精したもの，7 箇は盛に放精しているもの，9 箇はこれから放精を始めようとしているものと思われた。8 月 1 日には 32 箇中 16 箇は約半量位精子を放出し，15 箇は少量を放出したのみであり，1 箇は大部分放出してしまつたものと思われた。それで 31 箇（97%）が放精しつつあるものと認められた。8 月 11 日，28 箇中で 8 箇は精子の大部分を放出したもの，20 箇は放出しつつあるものと認められた。8 月 17 日，37 箇中 5 箇は精子を全部，12 箇はその大部分を放出してしまつたもので，20 箇が盛に放出しているものと見なされた。8 月 31 日，34 箇中精巣中に精子が多いか或はやや多いものが 25 箇（74%），精子が極めて少いか又はないものが 9 箇（26%）あつた。9 月 10 日，26 箇の中で精子の多いものは 19 箇（73%），少ないものが 4 箇（15.4%）で，ないものが 3 箇（12.2%）であつたから 8 月 31 日よりも放精する個体が多くなつている。9 月 30 日に調べた 36 箇全部が放精を終つた個体ばかりであつた。10 月 11 日，39 箇中で精子の明に認められたものが 1 箇（2.5%）あつたが，その量が少ないので放精は 9 月末頃で終つたものと考えられる。

雌について見るに 6 月 2 日には卵は充分に熟していなかつたが，6 月 17 日には 46 箇中 2 箇が熟卵を持つていたから僅かながら産卵し始めたものと認められた。7 月 3 日，44 箇中で胚胞膜が不明瞭になつたものが 15 箇あつたから 34%は産卵可能と思われる。7 月 14 日，22 箇中で 4 箇が熟卵を持つていたので 18%が産卵していたものと思う。8 月 1 日，35 箇中 26 箇は成熟直前で，9 箇（25%）は熟卵を持つていたから僅に産卵していたものと認めた。8 月 11 日，24 箇中で熟卵を持つたものが 3 箇で，21 箇は成熟に近ずいているものであつた。体と卵巣との大きさから殆ど放卵しつくしたと思われるものは 1 箇で，少し放出したもの 2 箇，他のものは放卵しないか，又しても極めて僅かと思われるものであつた。8 月 17 日，35 箇中で胚胞の明かなものが 1 箇，やや不明瞭になつているものが 5 箇（14%），全く不明瞭になつているものが 29 箇（83%）であつた。この 29 箇の中で卵を相当多量に放出してしまつたと思われるものが 1 箇あつた。このように卵は殆ど総ての個体に於て成熟しているか或は成熟に近ずいていて，成熟するに從つて順次放出されているように思われた。8 月 31 日，34 箇中で大部分の



Graph shows season of spawning and ejaculation of clam in Haneda (above) and Chiba (below) clam fields; thick line (♀) indicates ratio of spawning individuals; broken line (♂) that of ejaculating ones; dotted line (S) specific gravity of sea water; line and dot (T) temperature of sea water; W heavy typhoon was experienced in September 15 th 1947 at Tokyo district. S24=1.024.

卵を放出してしまつたものが 23 箇（約 82%）で，これは未熟卵を相当多量に持つていたものであつた。9 月 10 日，32 箇中で熟卵の多いものが 18 箇（56%），少ないものが 6 箇（19%），ないものが 8 箇（25%）であつた。ここで熟卵を持つている個体が多くなつているのは 8 月 31 日に未熟であつた卵がこの時までに成熟したによるものと考えられる。9 月 30 日，32 箇中で卵の少ないもの 2 箇（6%），極めて少ないもの 1 箇（3%），ないもの 29 箇（91%）であつたから 6%位のものは僅に放卵していたと見てよがろう。10 月 11 日に調べた 31 箇全部は放卵してしまつていた。それで産卵は 9 月末頃に終了するものと考えられる。

考　　察

産卵期の親貝を保護する目的や採苗時期を知るために，ハマグリの産卵期については古くから各地で調査されたが，その結果はまちまちであるから，それを確定するために本調査研究を行つた。これを数年繰続して行い生殖時期と環境との関係をつきとめたい。この目的で昭和 22 年東京湾の千葉市及び羽

田地先の材料につき調査した。

羽田地先の材料では6月初旬から放精が始まり，7月中が最盛期で，8月中旬，9月中旬に放出の盛な時があり10月下旬頃に終了するようである。最盛期には水温 20～30°C 位，海水比重 1.010 前後で，放精の終了すると思われる 10 月末頃は水温 15°C 位，比重 1.006 位であつた。9月 15 日に颱風があり，多摩川の出水のために9月末頃まで比重は殆ど1に近かつたので，放精放卵に大きな影響を與えたものと思われる。雌に於ては6月上旬から産卵を始め7月中が最盛期で，8月中旬から9月上旬にかけて放卵が盛に行われ，9月末或は 10 月上旬に終つたものと認められる。最盛期の水温と比重とは雄の場合と同じである。

上述の産卵期は從來東京湾の材料による報告の多くとよく合致しないが，千葉市地先で内藤が昭和5年に調査した産卵の最盛期とはほぼ一致する。

千葉市地先の材料に於ては放精が6月初旬より始まり，6月中旬より8月初旬までが最盛期で，9月上・中旬に再び盛になつて9月末頃に終る。最盛期の水温は 20～30°C 位，比重は 1.020～1.024 位である。この時の水温は羽田地先の場合と大差はないが，比重は千葉市地先の方が遙に大きい。羽田地先は多摩川の影響を蒙ることが大きいためと思われる。終了時の水温は 22～23°C 位で，比重も 1.020～1.021 位で共に羽田の場合より高い。

産卵は6月初旬に始まり6月下旬より7月中旬頃までと，7月下旬から8月初旬頃までに放出がやゝ多くなつているが，最盛期は8月中・下旬で，9月初・中旬にも盛に放出される時があつて，9月末或は 10 月初め頃に終るようである。最盛期の水温は 26～30°C 位で，比重は 1.018～1.019 位であつたから水温は放精及び羽田地先の産卵の場合よりも高温で，比重は放精の場合よりもやや低く，羽田地先の場合よりもやや高い。

放精開始期と最盛期は千葉市地先と羽田地先の場合とほぼ同じであるが，千葉市地先のものは最盛期間が長く，終了が早い。羽田地先のものは放精と放卵の最盛期が大体一致しているが，千葉市地先のものは両最盛期が一致していない。産卵最盛期は内藤の昭和5年に同地で調査した結果と比較して約1箇月遅れている。これはカキ幼生の出現期及び附着期に關する藤森の千葉縣下に於ける東京湾の調査に於ても同樣に例年よりも約1箇月遅れたことが明にされたことと一致している。それで昭和22年に於ては東京湾の千葉縣沿岸に於て産卵を約1箇月遅らせるような外因が存在していたのではないかと考えられる。

文　献

秋山蓮三（大正3）　内外普通動物誌　無脊椎動物篇　pp. 790～791.

藤森三郎（昭2）　有明海干潟利用研究報告　p. 269.

――――（昭22）　カキ附着時期，附着層の研究
昭和22年10月8日　水産研究会報告会で講演（夢蛤 第21號 25頁）

平瀬信太郎（昭2）　動物図鑑　p. 1311.

鴨脚七郎・大島養市（昭6）　最新養貝號本　p. 26.

岸上鎌吉（明27）　介類産卵期調査報告　水産調査報告　第2巻　第1號，pp. 7～9.

松原孝子（明25）　介類産卵期調　大日本水産会報　第19號　pp. 175～181.

内藤新吾（昭6）　蛤の産卵時期及其消長
千葉縣水産試驗場内湾分場既往事業報告　昭和5年度　p. 22.

農務局（明23）　日本重要魚介類産卵期　覺表　大日本水産会報告
第103號　pp. 535～541，（官報　明治23年12月1日）

妹尾秀実（昭5）　應用動物図鑑　p. 660.

宍戸一郎（明28）　仙台地方貝類産卵期　水産調査報告　第3巻　第1,2册　pp. 27～116.

庄司俊（昭12）　貝類生殖時期調査 2,
朝鮮總督府水産試驗場年報　第8巻　第3號　pp. 16～24.

吉田裕（昭16）　ハマグリの初期生活史に就て　Venus vol. 11, No. 1, pp. 1～11.

水族に對する汚濁物質の影響をみる試驗裝置について※

（昭和 24 年 4 月 2 日受理）

富山哲夫・井上　明

（九州大学水産化学教室）（水産試驗場尻道分場）

On an Apparatus Which is Useful in Carrying out Experiments of the Effect of Polluting Substances upon AquaticOrganisms

T. TOMIYAMA, and A. INOUYE.

SYNOPSIS

Certain devices and experiments have been made in order to obtain an appropriate apparatus for measuring the resistance or reaction of the aquatic organisms to the various polluting substances. A particular device has been made of the constant supply of the solution of a certain polluting substance and of acid or alkali solution for pH-adjustment. The apparatus is shown in Fig. 1 and 2, the one shown in Fig. 2 being most feasible.

The efficacy of the apparatus has been tested by determining the deviation in concentration of a certain chemical during a fairly long duration. In the case of zinc sulfate in concentration of about 20 mg per litre, the average deviations in the concentrations of four aquariums set up in parallel have been found, as is shown in Table 1, to be 2-3 % in average, the maximum deviation being between 4.0～9.9%. The deviation in pH value has been of variance depending on the magnitude of the difference between pH value of tap water and the value to be maintained in the experiment, e.g., in an experiment at pH 4.5 the average deviation was 0.1, whereas at pH 5.7 it was 0.06. In the case of sodium sulfide, as is shown in Table 2, the average and maximum deviations in its concentration have been found to be 8.0%, and 19%, respectively. Taking into account individual differences of organisms, it will be apparent that by using the present apparatus the concentration of a polluting substance in running water can be maintained with such a constancy as to be sufficient in carrying out the biological test.

1. 緒　　言　水中溶存物質の嫌忌量を測る目的に対して，高安氏[1]及び SHELFORD 氏[2]は流水式の裝置を考案採用している。高安氏は長方形孵化槽の長軸に沿つて中央に一部隔壁を設けることによつて，一端より同速度で流入する清淨水と藥液とが互に混合し難い様にした試驗槽をつくり，隔壁で仕切られた二室のいずれか一方に藥液を流入した時の魚類の行動を觀察して，藥液に対する魚類の嫌忌反應を求めている。SHELFORD 氏は長方形の槽の一方から藥液，他方からは清淨水を同速度で流すことにより両者が中央で会して排水する様に設計した槽を Gradient tank と称し，藥液注入前後の魚

※ 水界の生產力を支配する要因に関する研究　第 4 報

1) 高安，外岡：北海道水產試驗場報告 1—70（大正 13 年）

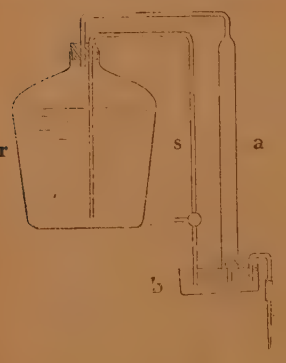
2) SHELFORD, V. E.: Bull. Illinois State Lab. Natural History, **11**. 381, 557 (1917). Pub. Puget Sound Biol. Sta., **2**, 97 (1918). J. Amer. Pharm. Assoc., **7**, 597 (1918)

類の行動によつて嫌忌反應を現わしている。之等の研究では比較的短時間一定濃度を保ちさえすればよいので，藥液注入裝置も極めて簡單なもので充分であつた。

しかし水質汚濁の判定として重要な微量物質による致死時間を求めるには，比較的長時間一定の微濃度を保持することを必要とする。他方，有害物質の致死時間に關する從來の研究[3]を檢討すると，いずれも止水中に水族を保持した時の致死經過を觀察したのみであつて，實驗中の有害物質の濃度の變化，酸素量の變化，pH の變化等に關しては全く注意が拂われていない。之等の問題を解決する爲には供試物質の一定濃度を長時間保持し得る流水式裝置の完成を必要とする。依て著者等は種々工夫した結果，或程度その目的を達したのでこゝに報告する次第である。

2. **裝　　置**　この裝置で苦心した点は，　1) 一定量の藥液を流下させる簡單な方法，　2) 一定量の流水と藥液とを速かに混和する方法とであつた。前者の工夫としては，先ずマリオット瓶の原理に基き，簡單な組立てによる裝置について吟味したが，その裝置では氣溫の變化によつてかなり藥液の滴下量が變化したので，更に改良を試みた。即ち高安，SHELFORD 氏等と同樣に密閉瓶内の液を空氣と置換することによつて絶えず藥液の一定水位を保つ方法について吟味した。高安氏の方法では多量の藥液を充した瓶を倒立させることに困難があるし，また SHELFORD 氏の方法では大量の藥液を充す下口瓶を必要とする。更にまた之等の方法では新らしく藥液を補充することは不可能に近いので，著者等は第 1 図に示した樣な裝置を組立てゝみた。即ち蒸溜水容器 r を使用し，これに附屬器 a をつけて下口瓶の代りとしてみた。藥液の受器 b に於ける水位が下れば，a の下方ゴム栓の横穴から空氣が入つて，r の藥液はサイホン s によつて b に流出する。一定の水位となれば a の下部の穴を塞ぐために，藥液の流出が停止するので，b の水位は殆ど一定に保たれる。またサイホンに三方コックをつけておけば，サイホンを充すことも亦液を r に追加することも，高安，SHELFORD 氏等の場合に比し，操作は極めて容易である。しかしこの方法では室溫が急に上昇すると r 及び a の空氣が膨脹するために，b の水位が多少上昇する危險がある。それで a の下端を b の高さに合せることにより，急激に藥液の流出量が變化した時には，b の緣より溢流する樣に注意した。

Fig 1.

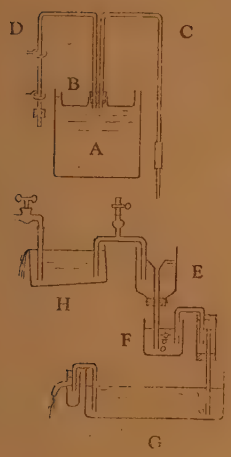


第 1 図の裝置では b の水位を一定にすることにまだ注意を要するので次に構想を變えて工夫を試みたのが第 2 図に示した裝置である。ガラス円筒 A に藥液を充し，之に中央に穴をもつたガラス製結晶皿或は木製円盤 B を浮べる。この円盤の中央の穴には二孔をもつゴム栓をはめ，この二孔にはそれぞれ藥液流出管 C 並に C と釣合いを保つ樣なガラス棒 D を挿入する。D は適当な金屬或はガラスの輪によつて垂直に保ちつゝ上下運動させる樣に保持する。かくすれば A の水位と C の先端との落差は絶えず一定に保ち得られる。從て藥液量を追加補充しても決して流出量の變動を來さないので，空氣中で變化し易い藥品の場合にも好都合である。

次に一定量の流水と速かに混和する方法に關しては，第 2 図に示す樣な裝置を採用した。即ち混和器 E の漏斗に滴下した藥液は，一定水位におかれた水溜 H より流下した一定量の水と混和して後，一度均一槽 F にため，次に試驗槽 G に流入する樣に配列する。この考案によると液が均一槽並に試驗槽に

3) WEIGELT, C.: Unsere natürlichen Fischgewässer, 1900. 高安，外岡：前揭　田内，安田：水講報., 24, No 1 (昭 3). 大島：水試報., 2, 139 (昭 6). HOPKINS, A. E.: Buil. Bur. Fish., 47, No. 8 (1932). 大谷　外 3 氏：日水学., 7, 281 (1939).

Fig. 2.



入る時に空氣が混和するので，酸素を消費しやすい供試物質の場合にも或程度の酸素量を維持することができる。

3. **裝置の使用法**　裝置を使用するに当つては先ず供試藥液の適当な調製が要求される。それには藥液溜 A より落下する量と水道水の流量との比を定める必要がある。C の末端につけた毛細管の内徑の大さ及び高さを加減して，藥液の滴下数を計算しやすい数となる様に調節した後に 1 分間乃至 30 秒間の滴下量を実測する。他方水道水の溜 H の位置を調節して各槽への流量を予め決定しておく。之等の実測値から第 1 表の例で判る様に藥液溜の濃度が決定される。

所要の pH の調節をするには次の方法による。予め藥液の所要量を混入した供試水 100 cc をとり，n/50酸或はアルカリで所要の pH 迄滴定する。例えば 100 cc を pH 5 とするに2.60 cc n/50 HCl を要した場合には，第 1 表 の No. 1 の水槽を例にとると，藥液 1 l に加うべき n. H_2SO_4 の量は $2.60 \times 10/50 \times 1000/5.17 = 100.5$cc となるから，之を藥液溜に混和すればよい。但し酸或はアルカリを加えると分解或は沈澱する種類の供試藥の場合には，別に pH 調節用の藥液添加裝置を必要とする。この場合の調節方法も前述と同様に実施すればよい。

Table 1　*An example of trial for adjusting the concentration of $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ in running water*

No. of pit for various concn. of zinc salt	Average of five countings of no. of drops of zinc salt solutions	Vel of flow of zinc salt solutions	Vel of flow of tap water	Vol. of zinc salt solns. contained in 1 litre water ih test aquarium	Conc. of zinc salt being expected to be set up	Amt. of zinc salt to be added to each pit to realize the foregoing expected concn.
	drops/30 sec.	cc/min.	cc/min.	cc	mg/l	g/l
1	33.5	2.21	425	5.17	30	5.80
2	33.2	2.24	413	5.39	20	3.71
3	34.0	2.20	421	5.20	15	2.89
4	34.2	2.17	386	5.59	10	1.79
5	33.2	2.14	389	5.47	5	0.914

かくして所望の藥液濃度が決定されれば，之を藥液溜に充してサイホンより滴下させ，滴下数，試驗槽の藥液濃度及び pH を確認した後，供試生物を試驗槽に入れて実驗を開始し，一日に 2 -3 回藥液濃度及び pH を測定しつゝ，供試生物の狀態の観測を継続する。

4. **裝置の性能**　第 1 図の裝置 4 個を並列して使用し，各槽に於ける藥液濃度及び pH の変化に関して，硫酸亜鉛を用いて 4 日間に亘り吟味した結果は第 2 表に示す通りである。尙 Zn の定量は LEHMAN の比濁法を変改して行つた。$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ の 20 mg/l 附近では平均濃度よりの偏差の算術平均は，各槽につき 0.44, 0.43, 0.62, 0.41 mg/l，最大偏差は ＋0.8 mg/l (＋4.0%)，－1.9 mg/l (－9.6%)，－2.0 mg/l (－9.9%)，－1.7 mg/l (－8.4%) であつた，pH の平均変異は 0.1 以内，最大変異 0.26 であり，希望する pH が中性より離れる程，pH の変異が大であつた。

また第 2 図の裝置で硫化ソーダの 0.9 mg/l 附近のものについて試驗した一例を挙げると第 3 表の通りであつて，61 時間内の濃度の変異は平均 0.075 mg/l (8.0%)，最大変異 ＋0.18 mg/l (19%) で

Table 2 *The fluctuation of the concentration of zinc ion during a resistance experiment*

Date	Time of observation	Water temp.	Room temp.	No. of the tank for the experiment							
				I		II		III		IV	
				pH	concn.	pH	concn.	pH	concn.	pH	concn.
		°C	°C		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l
Dec. 11	8	9.7	—	4.6	20.0	5.0	20.0	5.7	20.0	6.1	19.2
	12	9.6	—	4.4	20.5	5.0	19.0	5.7	20.0	6.1	20.0
	15	9.5	—	4.3	19.6	4.8	18.0	5.6	18.5	6.1	19.6
12	9	9.5	9.0	4.6	20.0	5.0	20.0	5.8	18.2	6.1	18.2
	12	9.4	10.0	4.5	20.0	4.9	20.8	5.7	20.8	6.1	20.0
	15	9.2	9.2	4.5	20.8	5.0	20.0	5.6	20.0	6.1	20.0
	21	9.3	9.5	4.4	20.0	4.9	20.0	5.6	20.8	6.1	20.4
13	9	9.1	8.8	4.6	20.4	5.0	20.0	5.6	20.8	6.1	20.8
	12	9.0	8.5	4.6	21.0	5.0	20.0	5.7	20.0	6.1	20.8
	15	9.0	8.6	4.5	20.8	5.0	20.0	5.6	26.4	6.1	20.8
	22	9.0	8.3	4.6	19.6	5.1	20.4	5.8	20.8	6.1	19.2
14	9	8.8	7.5	4.8	20.8	5.2	20.0	5.7	20.8	6.1	20.4
	12	8.8	8.0	4.7	21.0	5.0	20.8	5.7	21.0	6.1	20.4
	15	8.8	8.3	4.5	20.8	5.0	20.0	5.7	20.0	6.1	19.6
Average				4.54	20.4	4.99	19.9	5.68	20.2	6.10	19.9
Mean devn.				0.10	0.44	0.06	0.43	0.06	0.62	0.00	0.41
Max. devn.				+0.26	−0.8	+0.21	±1.9	+0.12	−2.0	0.00	−1.7

Table 3 *The fluctuation of the concentration of sodium sulfide during a resistance experiment*

Duration of expt.	Water temp.	Room temp.	No. of drops per min	pH	Concn. of Na_2S given as S
hrs	°C	°C			mg/l
0	10.8	13.1	33	7.4	0.92
2.00	10.8	13.0	33	7.4	0.95
4.00	10.8	13.0	32	7.5	1.12
18.00	10.6	12.0	32	7.5	0.95
22.00	10.5	12.0	30	7.4	1.06
26.00	10.3	11.7	29	7.4	1.02
36.30	10.0	10.8	29	7.4	0.89
41.30	9.6	10.8	30	7.4	0.81
45.30	9.6	10.7	31	7.4	0.91
47.30	9.5	10.5	31	7.4	0.88
61.00	9.2	9.5	29	7.4	0.80

あり，藥液滴下数の変異は最大 12% であつた。第 2 表及び第 3 表の結果を対比すると，第 1 図の装置より第 2 図のものゝ方が性能が劣る様に見えるが，恐らくは硫化ソーダが放置中に変化し易いことと亜鉛の場合よりも少量の濃度について吟味したことに原因し，装置自身の欠点ではないと思われる。以上の測定値は，生物の個体差を考慮に入れると，致死試験には充分な精度とみなしてよいと思う。

5. 總　　括　1) 致死試験を実施するに好適な流水式装置につき吟味し，藥液の定常滴下に特殊な工夫を施した新しい装置を提案した。　2) 20 mg/l $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ を本装置に流した場合の濃度の時間的変化は，平均変異 2～3%，最大変異 +4.0～9.9% であつた。pH の変異は僅少であるが中性より遠ざかる程大であつて，pH 4.5 では 0.10，pH 5.7 では 0.06，pH 6.1 では 0 であつた。3) 0.94 mg/l 硫化ソーダの場合には，平均変異 8.0%，最大変異 19% であつた。

終りに，本研究に熱心に助力された山川朝養氏に感謝の意を表する。また研究の一部は文部省科学研究費の援助により遂行した。

硫化物及び亞硫酸塩の鯉に對する有害度に及ぼす pH の影響※

（昭和 24 年 4 月 2 日受理）

富山哲夫・山川朝義

（九州大学　水產化学第一教室）

The Effect of pH upon Toxic Effects of Sulfide and of Sulfite to Young Carp.

T. TOMIYAMA and A. YAMAGAWA

SYNOPSIS

By using an apparatus of the running water-type reported by one of the authors (TOMIYAMA), determinations have been made of the resistance of young carp to the solution of sodium sulfide and of sodium sulfite at different pH's in concentrations varying between 0.5 and 4 mg/l and between 36 and 268 mg/l, respectively. The lethal concentration of sodium sulfide has been found to be of variance to a great extent depending on pH's of the solution, namely, the critical lethal concentration being 0.55 mg/l at pH 5.2, 0.95 mg/l at pH 6.1, 3.3 mg/l at pH 7.4, and 8.0 mg/l Na_2S-S at pH 8.2. (Fig. 2).

In case of sodium sulfite, any weakness in the experimental fish has not been observed between pH 5-9 in concentration up to 268 mg/l. By calculating the amount of SO_3'' and HSO_3' in sulfite solution at different pH's, it has been shown that sulfite and bisulfite ion may be considered not to be poisonous below concentration of 268 mg/l and 134 mg/l, respectively.

The relationship between dying time and lethal concentration of sodium sulfide conforms to Freundlich's adsorptions isotherm. Two linear lines having different slopes have been obtained in plotting logarithm of reciprocal of the dying time against logarithm of the corresponding lethal concentration of Na_2S solution (Fig. 3). Similar two linear lines have been obtained in plotting logarithm of reciprocal of the dying time against the concentration of hydrogen sulfide contained in the lethal concentrations of Na_2S solution at different pH's (Fig. 5). The slopes of the latter two lines, n, have been shown to be 0.70 and 1.6 over the concentration below and above 1 mg/l, respectively. The explanation for the fact that two values for n have been obtained, can be made by supposing that the poisonous effect of hydrogen sulfide may be chronic below 1 mg/l and acute above 1 mg/l. The intercept of the line, k, has been found to be 0.47, irrespective of the range of concentration of hydrogen sulfide.

* 水界の生產力を支配する要因に関する研究　第 5 報

1. 緒　　言　著者の一人（富山）は浜名湖の牡蠣の斃死[1]及び佐鳴湖の水質の悪変現象の研究[2]によつて，水族に対する水質悪変の作用は，主として湖底より発生する硫化物によることを明かにした。また底土中の硫化水素の含量は，底土の pH によつてかなり異ることにも注意した。従て硫化物の毒性を検討することが重要となり，またその毒性と pH との関係を解明することが必要となる。また亜硫酸塩は製紙工場の廃水の成分として屢々問題となるものであるから，この毒性も pH が如何に変動させるかの研究も望ましい。

硫化物の有害度については，KÖNIG, HASELHOFF 両氏[3]，WEIGELT 氏[4]，高安氏[5]，大島氏[6]，上原氏[7]等の研究がある。上原氏を除いてはみな硫化水素或は硫化物の毒性について，水素イオンの影響を考慮に入れずに試験している。しかし著者の一人（富山）[1]が既に指摘したように，硫化物イオンと硫化水素との比は溶液の pH によつて異る一定の平衡関係で決定されるので，種々の pH に於ける毒性を検討せねば，単に硫化物の濃度のみでは有害度を示し得ない訳である。亜硫酸塩については高安氏[10][11]の研究があるが，溶液の新旧によつて致死濃度がかなり変動している。もし pH の変化によつて亜硫酸塩の毒性に変動があれば，H_2SO_3，HSO_3' 或は SO_3'' のいずれのイオンが有毒であるかについて手懸りが得られる筈である。

依て著者等は前報[8]で吟味した流水式試験装置を用い，稚鯉に対する硫化物及び亜硫酸塩の致死濃度が pH により如何に変化するかを研究した。硫化物については上原氏が著者の研究室でミヂンコを用いて研究している。吾々の研究室の成果はいずれも硫化物の毒性は溶液の pH により著しく変動することを明かにしたので，こゝには稚鯉について詳細に吟味した結果を検討したい。次に亜硫酸ソーダの毒性については，水素イオン自身の毒性が見られない範囲即ち pH 5 以上に於て pH の影響を予備試験したので，その結果を報告する。尚本研究の一部は文部省科学研究費により遂行したもので，こゝに謝意を表する。

2. 研 究 方 法　研究に用いた装置は前報[8]の第 2 図に示した流水式のものである。流水量は一分間に 390～430cc の範囲であり，薬液の混和比は 1：180～200 の程度であつた。また Na_2S-S** の濃度は 2.8～4.2mg/l，1.8～2.4mg/l，0.77～0.81mg/l，0.45～0.49mg/l の範囲であつた。pH の調節の為には硫化ソーダの薬液溜の外に，n-硫酸及び n-苛性ソーダを充した薬液溜を準備し，この液を混和槽に滴下して大約 pH 5，6，7，8 及び 9 とした。Na_2S としては市販のものには吸湿酸化したものが多いので，約 8% NaOH に硫化水素を 5～6 時間充分通じた液を用い，これを適当に稀釈してその含量を定めたものを実験に供した。硫化物の定量は，多量の場合には供試水を 50～100 cc の酸素瓶にとり，2 cc 飽和醋酸亜鉛液を加えて密栓混和後静置し，上澄液を除いて後，1～2cc 0.1 n-沃度液と 0.5 cc 20% HCl とを加え，消費した沃度量より硫化物を計算した。少量の場合には，予め滴定法により定量した原液から新らしく稀釈してつくつた標準液を用いて，WINKLER の比色法[9]により定量した。亜硫酸ソーダの毒性は 3mg/l～20mg/l，pH 5.1～9.1 の範囲について吟味し，その定量は沃度法によつた。

硫化水素は水中で酸化され易いために試験槽中の酸素量が減少するだろうと考えられたので，Na_2S-S の 2.9～4.0mg/l を含む水槽に流入する前及び水槽より流出した水の酸素量を測定してみた。硫化ソーダの添加前は 11.3mg/l の酸素を含有していたが，硫化ソーダを加えられて水槽に入る前に 10.8mg/l (95%)，水槽より流出するものは 9.6mg/l (85%) であつた。この定量では硫化水素が酸素を消費することに関係する WINKLER 法の誤差[10]は除かれていないので，実際の酸素量はこの等の値より多少大きい訳である。従てこの酸素の減少は稚鯉の致死に対しては問題とするに足りないのが判る。

供試した稚鯉は一試験槽の水 5 l に 5 尾を収容し，致死の判定は稚鯉が水面或は槽底に横臥して後，

** Na_2S の重量を S の重量で便宜上表わした値

針で突いた時の反射運動のないことにより確かめた。供試した稚鯉は主として 2.5～5.0 g のもので，その体重，体長の組成を示すと第1図の如くである。試験期間は2月より4月初め迄で，水温の変化は 8.4～10.8° 平均 9.7°C，氣温の変化は 10 pm～6 am の夜間を除くと 9.5～14.6° 平均 11.8° であつた。鯉は試験前に約一週間試験に用いた水道の流水* に慣れるように注意した。試験前及び試験期間は水温が低いので全く餌餌していない。致死の觀察，水温，氣温，pH，藥液滴数の觀測は午前6時より午後 10 時に亘り約2時間毎に行い，硫化物及び亜硫酸塩の定量は一日数回行つた。

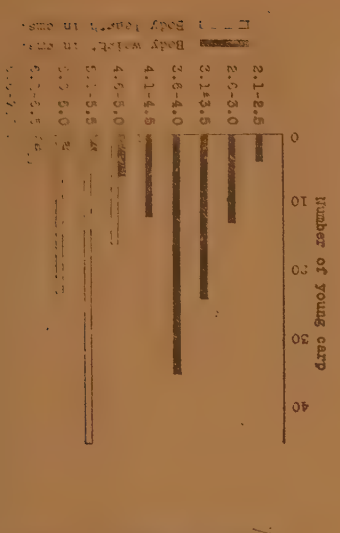


Fig. 1 Weight and length of young carps used for the experiments.

3. 研究結果及び考察　試驗中に有害作用を受けた稚鯉の所見は，3～4 mg/l Na_2S-S のような多量の場合には，先ず水面に出て呼吸し，次で平衡を失い水面或は槽底に横臥し，明に呼吸困難と麻睡現象とが認められた。感覺を失つたものを再び水道水にもどすと，数時間で正常に回復するのを觀察した。斃死したものゝ鯉は多少貧血し，その色は薄黒い場合が多かつた。

硫化ソーダの種々の濃度及び種々の pH に於ける稚鯉の致死時間を簡単の爲に図示すると，第2図のようになる。これによると濃度が低い場合には偏体差が一見顯著のように見えるが，平均致死時間よりの最大偏差を計算すると，3.2 mg/l Na_2S-S の場合 pH 5.3 の時 − 22 %，pH 6.1 の時 + 25 %，2.9

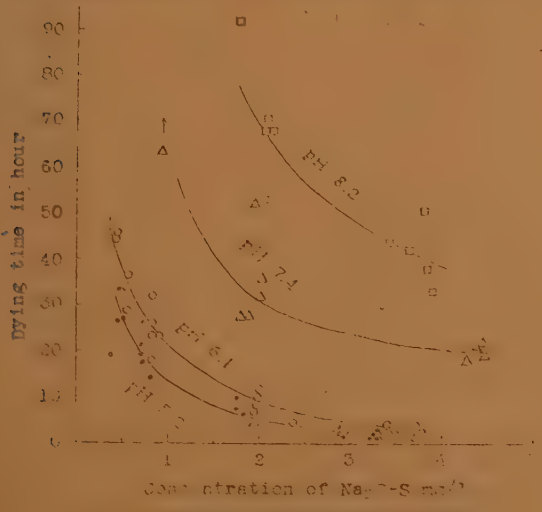


Fig. 2 Lethal concentration of Na_2S soln. at different pH's

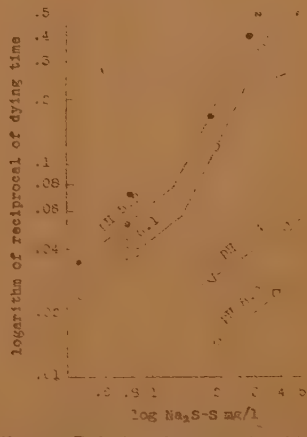


Fig. 3 Relation between log Na_2S at different pH's and log of reciprocal of dying time

* 試驗當時の水道水にはクロールカルキは含まれていない。

mg/l の場合 pH 5.4 の時 ＋34％であり，0.52 mg/l の場合 pH 5.1 の時－31％，pH 6.1 の時－29％となるので，個体差は濃度の如何を問わず 20～30％ の範囲に現われるのが判る。第2図から明かな様に，硫化ソーダ溶液の毒性は濃度により変化するだけでなく，その pH によつて著るしく変化する。硫化ソーダの致死濃度の対数値と致死時間の逆数の対数値とを両軸にとると，第3図に示した直線が得られる。こゝに注目される点は pH 5.2 及び 6.1 の場合には約 1 mg/l Na_2S-S 以下と以上とでは二つの直線をなすことである。この理由は恐らく 1 mg/l 以下の低濃度では稚鮃が毒物に馴化するであろうが，1 mg/l 以上では馴化するには余りに毒物が多いので馴化の影響が見られないで，濃度と共に致死時間が顕著に短くなるものと説明されよう。前記のように硫化ソーダ溶液は鮃に対し呼吸困難と麻痺を起させることから考え，微量の場合には慢性の中毒を示すのに反し，多量の場合には急激な中毒を起すと推定すれば，毒物の種々なる濃度に対して均一な反応を示さないのが当然と考えられる。尚，pH 7.4 及び 8.2 の場合には 2 mg/l 以上であるにも拘らず，pH 5.2 或は 6.1 で 1mg/l 以下の場合と大略平行した直線を示している。これは後に吟味するように pH 7.4 及び 8.2 の場合には，実在する H_2S の濃度は 1 mg/l 以下であることから，低濃度の場合と同じ傾向を示すものと理解される。

硫化ソーダの毒性の本質については，第 4 図の曲線を吟味すると明かになる。即ち pH-致死時間曲線は各 pH に於て硫化ソーダから生成する硫化水素量を理論的に計算した値[1]を示す曲線と対照的な関係を示しているし，また第 2 図から求めた各 pH に於ける 24 時間致死濃度の逆数値を連ねた曲線，即ち pH-毒性曲線は各 pH に於ける理論的硫化水素存在量曲線と平行しているので，硫化ソーダ溶液の毒性は明かに硫化水素に基ずく毒性と決定してよい**。

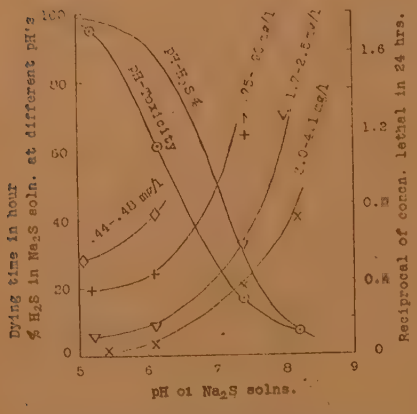


Fig. 4 The effect of pH upon toxicity and H_2S actually present in Na_2S solution.

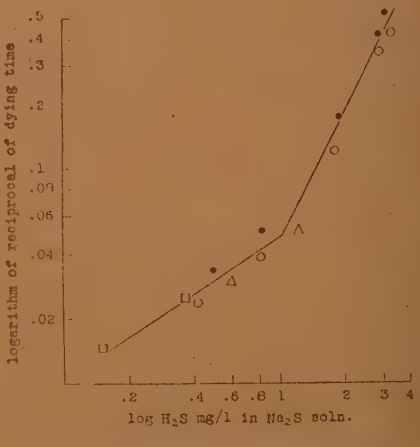


Fig. 5 Relation between log of H_2S actually present in Na_2S soln. and log of reciprocal of dying time

次に硫化ソーダの各種濃度のものが各種のpH に於て含有する硫化水素量を $pH=7.04+\log\,[HS']/[H_2S]$ から計算し，之と平均致死時間との関係を示すと，第 5 図のようになる。この場合も第 3 図と同様に明かに 1 mg/l を境として二つの直線から成つている。図から牧着毒作用式 $\log 1/t=\log k+n\log C$ の n 及び k の値を求めると，n の値は 1 mg/l Na_2S-S 以下では 0.70，1mg/l 以上では 1.6 であり，

** pH のみの稚鮃に対する影響に関しては別の研究で，pH 4.5～4.9 の間では水素イオンのために斃死するものが現われるが，pH 5～9 の範囲では水温 14° に於て 4 日間全く影響がないことを確かめた。

k の値はいずれも 0.047 に一致する。之等の恒数の意味を土屋氏が推定している様に，n を收着される H_2S 分子自身の鯉に対する恒数と考えると，同一物質について二つの n の値が得られたことは，H_2S 分子の生理作用が前記のように濃度によつて chronic と acute の二種に區別されるものとすれば說明できる。もつとも 1 mg/l 以下の点には pH 7～8 の場合が半数を占めているが，この pH の範囲では H_2S の外に多量の HS' の毒性も加わるので，見かけの n の値が小さく現われたことも想像される。しかしこの決定には pH 7～8 で H_2S の1mg/l 以上を含むような濃度の Na_2S 溶液について實驗する必要があり，今後の研究により明かにしたい。他方 k は pH により異る鯉の收着面に関する恒数と考えると，今 pH の影響を消却して有毒の本体と考えられる H_2S 濃度のみの函数として致死時間を表わした第 5 図の場合に，H_2S の生理作用に無関係に鯉の收着面に関する恒数として，k の値がたゞ一つ得られたことは当然のことゝ思われる。

次に Na_2SO_3 に関しては，35～40 mg/l，126～160 mg/l，263～265 mg/l の三種の濃度について pH 5.1～9.1 に於て試驗を行つたところ，22～48 時間では斃死は一尾もなかつた。260 mg/l 程度では，開始後 4 時間頃から pH 5～7 のものは水面に出て呼吸し始めたが，再びもとの狀態となり，16 時間後再び時々水面で呼吸したにも拘らず衰弱の徵候は見えなかつた。酸素量は WINKLER 法を変改せずに適用すると，10.9 mg/l O_2 のものが 260 mg/l Na_2SO_3 では 1.2～1.8 mg/l O_2 と減少を示したが，Na_2SO_3 の妨害作用を除去していないので眞の酸素量については不明である。今 Na_2SO_3 液を pH 5～9 に調節した時に溶液中に存在するイオンの割合を計算してみると，H_2SO_3 の pk_1 の及び pk_2 はそれぞれ 1.77 及び 5.3であるから，pH 5.3，6.3，7.3，8.3 では HSO_3' はそれぞれ全濃度の 50%，9.1%，0.1%，0.01%存在し，SO_3'' が殘部を占めていることになる。本試驗の結果では 265 mg/l の濃度迄は HSO_3' 及び SO_3'' はいずれも無害なることを示している。亜硫酸塩の毒性については高安氏[11]によると，ヤマベに対しては 150 mg/l を，6 時間致死濃度としているが，本研究の結果から推察すると，恐らくは止水式の試驗の爲に亜硫酸塩自身の毒性の外に酸素の欠乏の影響も入つているものと思われる。

4. 總　　括　1) 著者の考案した流水式裝置を用い，0.5～4 mg/l の範囲で pH 5，6，7，8 及び 9 に於ける Na_2S 溶液の稚鯉に対する毒性について研究した。　2) 鯉に対する硫化ソーダの毒性は pH により著しく異り，24 時間致死量は pH 5.2 で 0.55 mg/l，pH 6.1 で 0.95 mg/l，pH 7.4 で 3.3 mg/l，pH 8.2 で 8.0 mg/l Na_2S-S であつた。　3) 致死時間の逆数の対数値と致死濃度の対数値との間の関係は二つの直線により律せられる。　4) 硫化ソーダ液が種々の pH に於て含む硫化水素量を理論的存在率から計算し，之等の値の対数値と相当する致死時間の逆数の対数値との間の関係を求めると二つの直線で示され，直線の傾き n は 1mg/l 以下では 0.70，1 mg/l 以上では 1.6 であつた。1 mg/l の時の致死時間の逆数値，即ち稚鯉の收着面に関する恒数値 k はいずれの場合にも 0.07 であつた。この二つの n の値を示す理由は H_2S の有害作用が 1 mg/l 以下では chronic に，1 mg/l 以上では acute に現われるためであろうと說明した。　5) 硫化水素で被害を受けた鯉は，先ず呼吸困難，次で麻痺現象を呈した。斃死したものゝ鰓は多少貧血し，且多くの場合黒味を帶びるのが認められた。6) 亜硫酸ソーダは 268 mg/l の多量に於ても pH 5.3～9.0 に亘り，41 時間試驗の結果，鯉の斃死は全く起らなかつた。從て SO_3'' 及び HSO_3' は上記の條件では 265 mg/l 迄は無害として差支えない。

文　　献

(1) 清石，富山：日本海洋学会誌，**1**，75 (昭. 17).　(2) 清石，稻葉，富山：陸水雜，**11**，137 (昭. 17).　(3) KÖNIG, J., und HASELHOFF, E: Landwirtschaftliche Jahrbucher, S. 75 (1897).　(4) WEIGELT, C.: Unsere natürlichen Fischgewässer (1900).　(5) 高安：北海道水産試驗場報告 (大. 13).　(6) 大島：水試報，**2**，139 (昭. 6).　(7) 上原：日水学，**13**，113 (昭. 22).　(8) 富山，井上：15，487 (昭. 25).　(9) MARTINY, P.: Laboratoriumsbuch für die kolorimetrische Wasseruntersuchung.　(10) 富山，小島：陸水雜，**10**，169 (昭. 15).　(11) 高安，田島：北海道水産試驗場報告 (大. 14).

廣島灣におけるノリ胞子附着について（第1報）

（昭和 24 年 7 月 14 日受理）

藤田　正・本田信夫・下中元信

（廣島縣水産試驗場）

On the Fixation of the Spores of the Laver, *Porphyra tenera*, in the Bay of Hiroshima. 1.

T. FUJITA, N. HONDA and M. SHITANAKA

SYNOPSIS

In order to decide the optimal period for setting bamboo twigs in the sea for the culture of the laver, the twigs were set in intervals and the young buds attached on them were counted. Many buds were observed on the bamboo twigs set in the period from the end of September to early November, especially on those set on windy days (Fig. 1). From this fact, it is supposed that the spores of the laver appear chiefly in windy weather.

昭和 21 年以來廣島灣でアサクサノリの浮簀養殖法の試驗を行つて，在來の女竹簀に比して著しい良成績を得ている[2]。浮簀では女竹簀と異り，立込の時期，高さ及び方向の選定が自由でかつ之等により成績に変化が大きいので，この点につき基礎試驗を行つているが，その中立込時期の風力と胞子の附着に関する結果を報告する。

方　法　割竹をあんで長さ 1 間の浮簀を作り，水位 1.3～2.3 m（0.2 m 毎）に 3～4 日毎に立込み，30～35 日後にノリ，アオノリの幼芽及びフジツボの数を肉眼で調査し，満潮時に測定した水溫，比重及び常時測定による風力とを対比檢討した。

発生数は試驗簀 9 ケ所で各 5 cm の間の数を平均し 25 cm² を單位として表わした。風力は試驗地隣接の廣島管區氣象台（廣島市江波町）に於ける毎時觀測値の中，風力 4 以上の 1 日の出現回数を示した。

結　果　水溫，比重及び風力と，立込時期による発生数（水位別）を第 1 図に示した。各水位の 1 日平均干出時間は水位 1.9 m は 5 h, 1.7 m は4.1 h, 1.5 m は3.3 h である。なお 10 月 6 日（発生多し）及び 12 日（発生少し）の発生数の調査時期による変化を第 3 図に示した。なお割竹及び女竹に依つて行つた昭和 8, 9, 10, 及び 12 年の結果を参考のため第 2 図に示した。

考　察　第 3 図に示した[1]に，觀察される発芽数は同じ簀でも立込後の日数によつて異るがその変化は平行的で，從つて立込後一定時間後の觀察発芽数を比較すれば，各簀の発芽数の多少が推定され，立込期日の近い簀では之は胞子附着数の多少を示すものといえよう。

第 1, 3 図に示す様に，ノリの発芽は 10 月上旬～11 月上旬，水溫（22°～24°）～（17°～18°）の時立込んだ簀に認められ，盛期は 10 月中旬といえよう。比重はこの時期は大体 1.020～1.024 に保たれている。なおアオノリは 20°C 以上に多く，比重の低い時に多い。フジツボは 9 月中旬以前に多く，10 月初まで多少着生する。

この時期中でも，立込む日によつて発芽量に著しい変化が認められ，之は水溫及び比重では説明されないし，又アオノリ或はフヂツボにより簀面を占領された結果でもない。之に反し風力との関係は顯著に認められる。又 10 月 18 日立込のものに著しく多くの発芽を見ているのに 12 月のものにほとんど発芽を見ないことは，胞子の着生が立込み後短い期間に主に行われることを推察させる。從つて立込日

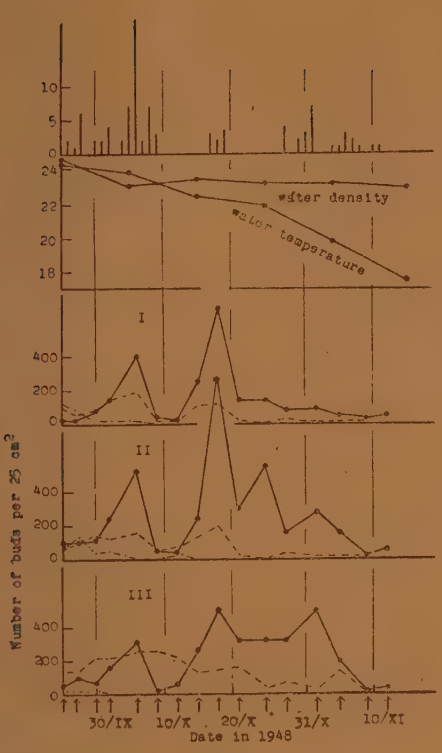


Fig. 1 Number of the buds of laver and green laver and barnacles attached to the bamboo twigs set up periodically in the sea, and the conditions in the season.
I; Number of times of wind class aoove "4" in hourly observation.
II; Water temperature and density.
III; Number of the buds on the bamboo twigs set 1.9 m above the low tide level, II, III; 1.7 m and 1.5 m respectively.
↑ showes the date of setting.
——·—— laver, - - - - - - green laver, —·—·— barnacle.

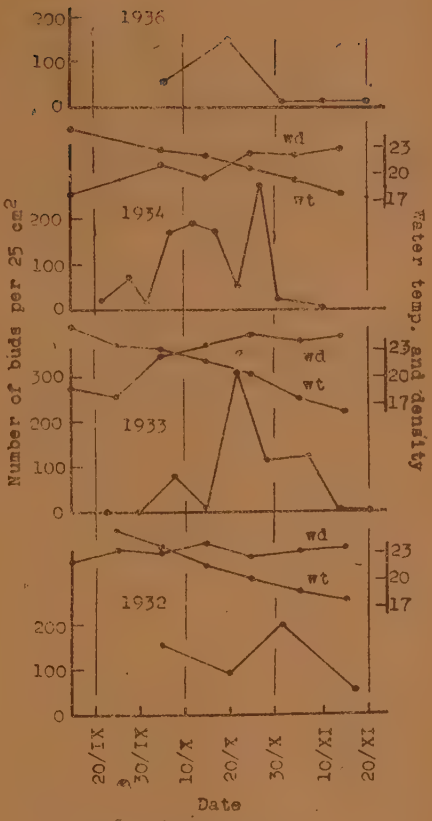


Fig. 2 Similar data to that in Fig. 1 from the previous years.
wt water temperature
wd water density.

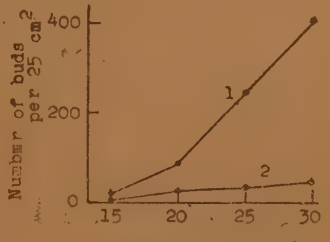


Fig. 3 Number of the laver-buds in various periods after the setting of the bamboo twigs, showing the results of counting on any one day reflect the entire course of event.
1; set on Oct. 12., and 2; on Oct. 18.

による発芽数の差異は風に伴う胞子の出現附着の多少によるものと考える。おそらく休眠果胞子[6]の浮上出現が風に依る海水の攪乱で促がされるものであろう。

即ち一般的傾向としてはノリ胞子は水温，比重が適当の範囲内にあれば，9月下旬～11月上旬に出現附着し，10月中旬に最も多い。風による海水の攪乱は短期間の出現着生量を著しく左右し，

之が立込日により発芽数が著しく相異する主因となる。富士川[4]は朝鮮で胞子の附着と浮泥量の相関を報じたが，之は浮泥量が風力と関係することによるものであろう。従来風又は荒天の時又は直後に立込んだ漬に発芽が多いことが概念的にいわれているが[1,5]，本研究は始めて之に確実な資料を提供したもので，立込による発芽数の相異の主原因を示すものと考える。

要　約　立込日に依るノリ発芽数の多少は立込日前後の風の強弱に著しく左右される。之はノリ胞子の出現着生量が風に依る海水の攪乱に左右されるためと考える。

終りに臨み本研究に対し種々御指導を賜つた新崎盛敏博士，校閲並御批判を戴いた農林省水産試験場須藤俊造氏に対し深謝する。

文　献

1. 千葉縣水試内湾分場：事業報告，昭和 9 年度，p. 36, 1925
2. 廣島縣水試：特報再刊 20, 1948
　　同　　24, 1948
3. 同　　；報告 11, p.80, 1933；12, p.73, 1934；13, p.12, 1935；14, p.104, 1937；15, p.97, 1942；16, p.293. 1942；
4. 朝鮮總督水試：事業報告，昭 5, p.（製）89, 1931；
5. 國枝　溥：植物及動物，7（4, 5, 6）p.691, 581 & 1041, 1937

魚肉鮮度の呈色鑑別法
第Ⅰ報 p-キノンと魚臭成分の呈色反應

（昭和 24 年 4 月 1 日受理）

小幡彌太郎・座間宏一
（北海道大学農学部水産化学教室）

The Color Reaction Method for the Judgement of the Fish Meat Freshness.
(1) The Color Reaction of the Component Responsible for the Fish-odor against p-Quinone. 1)

Y. OBATA and K. ZAMA.

SYNOPSIS

The color reaction against p-quinone was examined with the dilute aquenous solutions of ammonia, methylamin, trimethylamin and pyperidin, which have hitherto been thought as the components responsible for the fish-odor. Ammonia and trimethylamin assumed a brown color while methylamin and piperidin a red color. By the fact that albumin showed no reaction against p-quinone, the color reaction in question is proved to have nothing to do with protein itself.

Lastly, by examining the odor producing conditions of fresh salmon mucus and the reaction against p-quinone of the substance responsible for the odor, it was recognized that the color reaction appeared more rapidly in proportion to the production of fish-odor.

従來魚臭成分として考えられて居るものはアンモニア，メチルアミン，トリメチルアミンであつたが，更に我々の研究室に於てピペリヂン及びピロリヂンが重要な因子であることを明らかにした。

之等は總べて魚体を構成する蛋白質の細菌の作用による腐敗分解生産物と同じものであり，その母体物質はアンモニアではアミノ酸類，メチルアミンではグリココール[1)2)3)]，トリメチルアミンではトリメチルアミノオキサイド及びレシチン，ピペリヂンではリジン[4)5)6)]，ピロリヂンではアルギニン[7)8)9)]，が考えられる。一方 p- キノンはアミン類と結合する性質を有し，特にピペリヂンとはデイピペリヂルキノンを生じ赤紫色の色を呈すと云われて居る[10)]。我々はピペリヂンの稀水溶液は p- キノンとは美麗なる鮮赤色を呈するということを確め，更に他のアミン類と p- キノンとの呈色反應を檢し，赤色或は茶褐色の呈色反應を示すことを認め，魚臭発生物質を推定する基準となした。魚類は水中に生活して居る間は魚臭を殆んど発しないが死後極めて短時間後に魚臭を発生するものと考えられて居り，

1) Contribution No. 99 from Department of Fisheries Faculty of Agriculture, Hokkaido University.
北海道大学農学部　水産学教室報告　第 99 号

此の魚臭について腐敗臭が生ずるものである。此の魚臭が何故に死後短時間の後に起るかについては魚体精液に細菌が作用し，精液中の蛋白質を分解してアンモニア，ピペリヂン等を生ずるためであると説明されて居る。それ故機構上では魚臭の発生は腐敗への初期段階であると考えられるが，この時に生ずる魚臭成分は p- キノンと反應して赤色又は茶褐色に呈色する。此の呈色反應を檢することに依り魚肉の腐敗初期の判定が可能なるか否かを試みた。

実　驗　の　部

1）　從來魚臭成分と考えられて居るメチルアミン，トリメチルアミン，ピペリヂン，アンモニア等の 1/1万 及び 1/10万 水溶液を試料とし，該試料 0.5 cc と 0.5% 及び 0.05% p- キノン酒精溶液 0.5 cc と の反應を檢し第 I 表及び第 II 表の結果を得た。

第 I 表 (A) 0.05% p-キノンと試料 $1/10^4$ 水溶液との呈色反應

呈色 / 試料	淡　黄	淡 橙 黄	淡 橙 赤	赤	褐　赤	黒 褐 赤
アンモニア	--	—	0	?	2 分*	4 分
メチルアミン	—	0	15 秒	1 分	2 分	5 分
トリメチルアミン	0	17 分	28 分	?	105 分**	120 分
ピペリヂン	—	--	—	0	?	20 分

（註）　－ は呈色せず ? は呈色不明，0 は最初の呈色を示す，メチルアミン，ピペリヂンは赤色を帶ぶるも，アンモニア，トリメチルアミンは褐色を帶び明らかに色調を異にする。(*) 淡黄褐赤色 (**) 淡褐赤色。

第 I 表 (B) 0.5% p-キノンと試料 $1/10^4$ 水溶液との呈色反應

呈色 / 試料	淡　黄	淡 橙 黄	淡 橙 赤	赤	褐　赤	黒 褐 赤
アンモニア	—	—	—	—	0	4 分
メチルアミン	—	0	15 秒	1 分	2 分	3 分
トリメチルアミン	0	1.5	3 分	?	4.5 分*	7 分
ピペリヂン	—	—	—	0	0.5 分	10 分

(*)　淡黒褐赤

第 II 表 (A)　0.05% p-キノンと試料 $1/10^4$ 水溶液との呈色反應

呈色 / 試料	淡　黄	淡 橙 黄	淡 橙 赤	赤	褐　赤	黒 褐 赤
アンモニア	—	0	2 分	?	3 分	5 分
メチルアミン	0	2.5 分	7 分	10 分	25 分	30 分
トリメチルアミン	0	3 時間放置するも変色せず				
ピペリヂン	0	1 分	6 分	8 分	26 分	35 分

第 II 表 (B)　0.5% p-キノンと試料 $1/10^4$ 水溶液との呈色反應

呈色 / 試料	淡　黄	淡 橙 黄	淡 橙 赤	赤	褐　赤	黒 褐 赤
アンモニア	—	—	0	?	1.5 分	2.5 分
メチルアミン	0	0.5 分	3 分	5 分	11 分	15 分
トリメチルアミン	0	3 時間経過するも変色せず				
ピペリヂン	—	0	1.5 分	4 分	11 分	13 分

次に p-キノンに対して比較的不鋭敏であつたトリメチルアミンの p-キノンに対する呈色反應限度を求めた結果は第 III 表に示す。

第 III 表 (A) 0.05% p-キノンとトリメチルアミンの呈色反應

濃度 \ 呈色	淡黄	褐黄	橙黄	淡黒褐赤
$1/10^3$	0	1.5 分	3 分	6 分
$1/2\times10^3$	0	2.5 分	4 分	10 分
$1/4\times10^3$	0	5.5 分	10 分	18 分
$1/8\times10^3$	0	15 分	22 分	36 分
$1/10^4$	0	17 分	28 分	105 分
$1/2\times10^4$	0	3 時間經過するも變色せず		

第 III 表 (B) 0.5% p-キノンとトリメチルアミンの呈色反應

濃度 \ 呈色	淡黄	褐黄	橙褐	淡黒褐赤
$1/10^3$	0	10 秒	?	0.5 分
$1/2\times10^3$	0	20 秒	0.5 分	1 分
$1/4\times10^3$	0	40 秒	1 分 20 秒	2 分
$1/8\times10^3$	0	1 分	2 分	3.5 分
$1/10^4$	0	1.5 分	3 分	4.5 分
$1/2\times10^4$	0	7 分	10 分	16 分

(註) 第 III 表の結果は試料試藥共に 0.5cc を用いて測定せるものである

最後にメチルアミン及びピペリヂンの p-キノンに対する呈色の限界を求め，次の如き結果を得た。

第 IV 表 (A) 0.5% p-キノンとピペリヂンの呈色反應

濃度 \ 呈色	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	褐赤	黒褐赤
$1/10^5$	—	—	—	0	0.5 分	10 分
$1/2\times10^5$	0	10 分	17 分	25 分	33 分	60 分
$1/4\times10^5$	0	15 分	21 分	30 分	40 分	80 分
$1/8\times10^5$	0	50 分	80 分	120 分	200 分	300 分

第 IV 表 (B) 0.05% p-キノンとピペリヂンの呈色反應

濃度 \ 呈色	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	褐赤	黒褐赤
$1/10^5$	0	1 分	6 分	8 分	26 分	35 分
$1/2\times10^5$	0	35 分	55 分	90 分	190 分	?
$1/4\times10^5$	0	45 分	77 分	—	—	?
$1/8\times10^5$	0	200 分	5 時間經過するも變化を認めず			

第 V 表 (A) 0.5% p-キノンとメチルアミンの呈色反應

濃度 ＼ 呈色	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	褐赤	黒褐赤
$1/10^5$	0	0.5 分	3 分	5 分	11 分	15 分
$1/2\times10^5$	0	15 分	40 分	120 分	150 分	170 分
$1/4\times10^5$	0	20 分	43 分	160 分	190 分	200 分
$1/8\times10^5$	0	30 分	52 分	200 分	220 分	250 分

第 V 表 (B) 0.05% p-キノンとメチルアミンの呈色反應

濃度 ＼ 呈色	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	褐赤	黒褐赤
$1/10^5$	0	2.5 分	7 分	10 分	25 分	30 分
$1/2\times10^5$	0	48 分	105 分	130 分	150 分	280 分
$1/4\times10^5$	0	66 分	120 分	160 分	220 分	?
$1/8\times10^5$	0	75 分	150 分	250 分	300 分	?

(II) 蛋白質と p-キノンとの呈色反應

p-キノンの呈色反應は蛋白質によつても生ずるか否かを檢するために 0.5% p-キノン酒精溶液 3 cc に 0.5 g の雪印アルブミンを加えた。5 時間經過するも變色しないということから，蛋白質そのものに依ては p-キノンは呈色反應を示さぬということを認めた。

第 VI 表 鮭粘液酸性白土處理物と p-キノンとの呈色反應

放置時間 (時)	呈色 淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	褐赤	発臭狀態
0	0	35 分	90 分	?	180 分	酸敗泥土臭
4	0	40 分	90 分	?	180 分	〃
8	0	20 分	30 分	?	50 分	泥土臭，微魚臭
23	0	9 分	20 分	?	40 分	魚臭泥土臭(鮮度低下)
27	0	7 分	17 分	?	30 分	〃
31	0	7 分	16 分	?	30 分	〃
47	0	5 分	13 分	?	20 分	魚臭，腐臭，泥土臭
51	0	4 分	10 分	?	10 分	〃
55	0	4 分	10 分	?	20 分	〃

(註) 対照として同様に処理，1 時間及び 48 時間，31°C 恒溫槽に收容した酸性白土酒精抽出液に p-キノンの呈色試驗を行つたが 3 時間後にも變色しなかつた。
呈色はトリメチルアミン，アンモニア系統

(III) 鮭粘液の発臭と p-キノン酒精溶液との呈色反應。

(a) 北海道千歳川採卵場で捕獲した生鮭の表皮粘液 550 g を採り，之に酸性白土 450 g を加え水分を吸着せしめ可及的に腐敗を防ぐ，このものは新鮮時は殆んど無臭であるが時間が經過すると共に酸敗臭を発する。しかしながらトリメチルアミン臭，即ち魚臭は感じ得ない。此のものに水を加え 30°C 恒温槽に收容すると時間の過經と共にトリメチルアミン臭を生じ，更に腐敗臭を生ずる様になる。それ故酸性白土処理試料 50 g を三角フラスコ中に秤取し，水 50 cc を加えて蓋を施し，30°C 恒温槽に放置し，発臭狀態を檢し，該試料 5g を 94% 酒精 5 cc にて抽出し，抽出液に 0.5 % p-キノン酒精溶液 0.5 cc を加え，呈色反應を檢して次の結果を得た。

即ち 23 時間後には鮮度低下 47 時間後には腐敗せることを認めた。

(b) 次に表皮粘液 200 g に食塩 200 g を添加し腐敗を可及的に防ぎたるものを試料に用いた。このものは最初は殆んど無臭であつたが，時間が經過すると共に塩辛臭を発した。当実驗に使用したものは

第 VII 表 鮭粘液食塩処理物と p-キノンとの呈色反應

放置時間 (時)	呈色					発臭狀態
	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	赤褐	
0	0	35 分	80 分	100 分	150 分	塩辛臭
3	0	30 分	90 分	?	180 分	〃
6	0	16 分	37 分	55 分	70 分	〃
21	0	5 分	20 分	50 分	60 分	塩辛臭，魚臭
24	0	5 分	20 分	45 分	60 分	〃
27	0	4 分	20 分	40 分	50 分	〃
30	0	4 分	18 分	40 分	50 分	〃

(註) 呈色はピペリヂン系統

第 VIII 表 鮭粘液アセトン抽出物と p- キノンとの呈色反應

放置時間 (時)	呈色					発臭狀態
	淡黄	淡橙黄	淡橙赤	赤	赤褐	
0	0	5 分	18 分	?	35 分	微魚粉臭
16	0	3 分	14 分	?	25 分	微魚臭，魚粉臭 (鮮臭低下)
20	0	2 分	10 分	?	25 分	〃
24	0	2 分	8 分	?	25 分	〃
41	0	2 分	6 分	?	15 分	魚臭，微腐敗臭
44	0	2 分	6 分	?	15 分	〃
48	0	2 分	6 分	?	10 分	腐敗臭，魚臭

(註) 呈色はトリメチルアミン，アンモニア系統

僅に塩辛臭を有して居たが，之に水を加え長時間 30°C 恒温槽中に放置すると魚臭を発して来る。食塩処理生鮭精液 30g を三角フラスコに採り水 30cc を加え，蓋を施して 30°C 恒温槽中に收容し，発臭状態を検し，更に該試料 5g を 5cc の 94% 酒精にて抽出し，抽出液に 0.5% p-キノン酒精溶液 0.5cc を加え第 VII 表の如き結果を得た。

(c) 最後に別報魚臭成分の研究第 III 報〔小幡，山西，奥田，；日本水産学会北海道支部例会（昭 24 2,26 発表）〕にて発表した様に鮭精液アセトン抽出物中に魚臭を有する有機塩基を含有されて居ることを認めたので，p- キノンとの呈色反應を検するために次の方法を採つた。即ち生鮭精液約 200g をアセトン 500cc にて処理せる後，アセトン抽出液 200cc を減圧濃縮乾固し微魚粉臭を有する残渣約 1g を得た。之を三角フラスコに採り水を加え 5g とし蓋を施して 30°C 恒温槽中に收容し発臭状態を検し，更に該検液 0.5cc に 0.5% p-キノン酒精溶液 0.5cc を加え呈色反應を検し第VIII表の如き結果を得た。

即ちアセトン抽出物に於ては 16 時間で鮮度低下を示す魚臭を生じ，41 時間後には微腐敗臭を生じた。

之等の呈色より判定すれば鮭精液酸性自己処理物及びアセトン抽出物中の魚臭成分はアンモニア，トリメチルアミン類が多く，食塩処理鮭精液の魚臭成分ではメチルアミン，ピペリヂン等が多いのではないかと推定される。

結　　言

従來魚臭成分と考えられて居る。アンモニア，トリメチルアミンは p-キノンとは茶褐色の反應を呈するが，メチルアミン，ピペリヂンは赤色反應を呈するということを認めた。次にこの呈色反應は蛋白質そのものによつて生じないということをアルブミンと p-キノンとの反應のないことより証明し得た。

最後に生鮭精液の発臭状態と発臭物質の p-キノンに対する反應を検し，魚臭の発生と共に呈色反應時間が短縮され，更に腐臭の発生によつて反應時間の短縮される傾向にあるということを認めた。

文　　献

(1) Gubilz; Milchw. Forsch, 5, 407 (1928)
(2) Bedford; Centr. Can Biol Fish. N. S. 7, 431 (1933)
(3) Emmerling u. Keiser; Ber. 35, 700 (1902)
(4) Ellinger ; Z. p. C. 29, 334 (1900)
(5) 〃 ; Ber 32, 3542 (1900)
(6) Ackermann ; Z. p. C. 69, 273 (1910)
(7) Ackermann ; 〃 203, 67 (1931)
(8) Ellinger ; 〃 60, 483 (1909)
(9) Winterstein ; 〃 105, 25 (1919)
(10) Schmidt u. Sigwart ; Ber. 46, II. 1941 (1913)

アミノ酸混合物の不良味成分に就て
第一報　不良味成分の除去※

The Bad Taste of Amino-acids Mixture
I. Elimination of Bad Taste

新田忠雄・乾　淑子
T. NITTA, and Y. INUI
（水産試驗場）

The ammo-acids mixture obtained by autolysis of fishes has bad taste. (1) We treated the mixture to eliminate that taste by adsorption, dialysis and distillation. And we found that the bad taste disappears by hydrolysis with dil. acids such as 1% HCl. (2) We found that the bad taste can be concentrated with hot-chloroform.

アミノ酸混合物が榮養失調に効果的だと云われているが，このアミノ酸混合物を魚体を用いて自己消化物として製造した。製造した目的が胃潰瘍治療にあつたため防腐にトルオール及びエーテルを使用した。ところが原料魚に鰯，鱈を用いたものに，從來魚醬油製造の如く防腐に食鹽を使用する際には見られない悪い味が生じて來た。この不良味はむかつく様な不快な後味が永く口中に殘る様な味で，かゝる味の除去がアミノ酸混合物をつくる際第一に解決されねばならぬ問題だと考えられた。

從來魚の辛味として知られたのはヒスタミン[1]であるがこゝで得られた不良味とは味がちがう様である。この不良味除去のため種々の精製法を試み一應成功したのでその結果を報告する。

(1)　不良味除去の試驗

まず不良味除去のため透析，吸着，蒸溜等を行つて精製してみた。その方法は次の如くである。

i）透析　セロフアンを用い透析を行つた。透析はアミノ酸液 80 c.c. を入つたセロフアン袋を 80 c.c. の水にひたし 16 時間放置した。

ii）吸着　骨炭，酸性白土，イオン交換樹脂を用い吸着をこゝろみた。

骨炭はアミノ酸液に一割加え煮沸した後冷心分離及濾過を行い骨炭を分離した。

酸性白土はアミノ酸液に一割加え約 5 分間振盪の後濾過した。

イオン交換樹脂（三菱化成のダイヤイオン K 及び A）は各一寸長さ八寸程のガラス管につめ，この層を通過させた。洗滌液は濾液と合し，分析に供した。

iii）蒸溜　塩酸酸性及び炭酸ソーダ，アルカリ性で水蒸氣蒸溜を行つた。

以上の方法により鰯及鱈を原料として作つたアミノ酸混合物を處理し，處理液につき全窒素をケルダール法により測定，揮發性塩基は水酸化石灰を入れ減圧蒸溜して測定，アミノ態窒素をバンスライク法によつて測定した。

Table 1.

	Total N (%)	Remaining N	Volatile base (% in Total N)	NH_2-N (% in Total N)	Taste
Amino acids mixture	9.62	100	15.6	56.8	−
Dialysis, inside of membrane (98 c.c.)	3.83	39.8	—	—	−
outside of membrane (252 c.c.)	6.25	65.2	13.0	62.4	−
Carbon	8.54	88.8	12.8	62.0	−
Japanese acid clay	8.78	91.4	13.6	64.5	−
Dia-ion A	6.93	72.0	15.7	57.3	+
K	6.46	67.2	1.37	74.8	++
Distillation, acidic.	9.55	99.5	13.2	58.4	+++
alkalic.	8.80	91.6	5.63	57.5	−

この結果ダイヤイオン K 及酸性で蒸溜したもの特に酸性で蒸溜したものがすぐれている。ダイヤイオン K は揮發性塩基及びモアミノ酸ちアルギニン，ヒスチヂン等が吸着されている様に考えられる。又アミンも吸着されているであろうが，酸性白土による吸着の結果が味を改良していないことは不良味の原因がアミンでない事を示していると考えられる。

酸性で蒸溜したもので何故味が改善されているかについて種々推定してみたが一つの考えられること

（昭和 24 年 1 月 20 日受理）
水産試驗場業績　第 116 号

は稀薄酸によつて加水分解されたのではなかろかと云う事である。そこでその点を確かめるため，アミノ酸液を 1% の塩酸で冷却器を付して煮沸してみたところこの結果は良好であつた。

精製処理について 1% の塩酸処理後ダイヤイオン K を通したところ結果は更に良かつた。たゞアミノ酸の吸着による損失がある。又稀酸処理でも例えば膵汁酸による不良味は残されるし，いかを原料として除去し得ぬ他の不良臭味のある事はまだ未解決の問題である。

大島氏[2]が蛋白質分解物製造にあたつて脱臭のため 0.2～5.0% の酸で煮沸する事を行つて居られるが，同様の方法により味の改良に効果のある事は興味ある事実と考えられる。

(2) アミノ酸の酸処理とトリプトファンの分解

アミノ酸を酸と加熱したときトリプトファン等が破壊される事が知られている。トリプトファンが酸分解でメラニンを生ずるとも云われているから酸分解の程度とトリプトファンの分解をメラニンによつて確めてみた。1 瓦のアミノ酸を 15 c.c. にうすめ，酸分解を行い 100 c.c. に稀釈してロビボンドの比色計により比色した。又トリプトファンの反應も檢査した。

Table 2.

HCl %		20	17.5	15	13	10	5	1	0
Color (Lovibond)	B	1	1	1		1	1	1	1
	Y	6	6	6		6	6	6	6
	R	12	11	9		8	7	5	5
Time (minute) (until the color changes)		2	7	5	5	5	5	?	?
Reaction of Tryptophan.		−	−	±	+	+	+	+	+

この結果稀薄酸ではさほどメラニンが生成されず，トリプトファンの分解も少いのではないかと思う。

(3) 不良味成分の濃縮

不良味成分を分離するために熱クロロフオルムを使用した。方法としてアミノ酸混合物(粥状のもの)に等量程のクロロフオルムを加え加熱しつゝ振盪した。次に遠心分離しそのクロロフオルム液を等量の水と振盪し水に可溶性のものを水に移しその水を蒸発した。蒸発残渣は極めて不良味の強い物質であつた。收量は 200 g の粥状アミノ酸混合物から得たものゝ窒素量が 29 mg であつた。

(4) 不良味成分の加水分解

この不良味成分について全窒素，アミノ態窒素，アンモニア態窒素等の量を加水分解の前後について比較した。

Table 2.

No.	Before Hydrolysis			After Hydrolysis	
	Total N,	NH_2-N,	NH_3-N	NH_2-N	NH_3-N
1	29 mg	2.3	2.7	14.4	5.0
2	6.896	1.026		4.410	
3	131.326	23.304	0.944	97.988	1.016

この結果から目立つ事は加水分解によつてアミノ態窒素が非常に增加することである。これから云えることは何か他と結合狀態にあつたアミノ態窒素が稀薄酸による加水分解によつて結合が切れたためと考えられる。この成分については更に研究を進めているから次の機会に報告する。

最後に御助言を頂いた東秀雄博士並びに森高次郎博士に感謝の意を表する次第である。

要　約

1) 鰹，鱈の自己消化液の不良味を除くため吸着，透析，蒸溜等を行つて精製してみた。
2) 不良味は 1%の塩酸で約 1 時間煮沸すれば除くことが出來る。
3) この程度の酸処理ではトリプトファンの分解はあまり行われないと思う。
4) 不良味成分を熱クロロフオルムで濃縮することが出來た。
5) 不良味成分の窒素組成をみると，加水分解前はアミノ態窒素が極めて少なく，加水分解により多くのアミノ態窒素が現われることがみとめられた。

文　献

(1) 五十嵐彦仁　魚のプトマインについて (昭 24)
(2) 大島幸吉　昭 17 年 10 月 特許第 153237 号。

魚肉蛋白質に關する研究

第一報　鯉肉 Myosin の物理化學的性狀

(昭和 24 年 3 月 29 日受理)

須山三千三

(水產講習所)

Studies on the Fish Protein.

I. On Physicochemical Properties of Myosin Isolated from Carp-fish.

M. SUYAMA

SYNOPSIS

In recent years, many investigators have made various studies on the chemical and physicochemical properties of myosin extracted from fish muscle. Its behavior is still, however, very inadequately known. The author isolated the myosin from finely chopped fresh muscle of carp-fish by the use of potassium chloride (about 1 N) as an extracting medium, with the addition of potassium hydrophosphate to buffer the solution.

The myosin, purified by the precipitation by increase or decrease of salt concentration, is a viscous liquid with opaline color.

1) The isoelectric point of the salt-free precipitated protein, measured by the method of electrophoresis under the microscope, was at pH 5.1 to 5.2 (Table 1); and the point of minimum acid- and base-binding, measured by the method of Salter's (21) and Edsall's (6), was at pH 6.1 to 6.2.

2) The myosin remained insoluble in pure water or potassium chloride solution of very low concentration. At pH 7.2 it first became appreciable soluble in a quater normal salt solution, but almost soluble in a half normal salt solution. One to two normality of salt solution was the most adequate concentration for the solvent (Table 2). There was generally, however, large amounts of insoluble residue of myosin at pH 5.6 to acid side (Table 3).

3) The minimal percentage of ammonium sulfate required for salting out was 21.4 to 22.6 at p H 7.4 (Table 4).

4) The viscosity of this protein was of a higher order of magnitude than that of Wyman's muscle globulin or of Weber's myogen (Fig. 1).

Some physicochemical properties of the myosin isolated from fresh muscle of carp-fish here studied were almost identical with those of mammals, and to this protein gave the author the same name as v. Fürth's myosin.

陸上動物の筋肉の肉漿は主として globulin 系蛋白質の myosin 並びに globulin X と，albumin 系蛋白質の myogen 並びに myoalbumin とから成り，魚類，両棲類は此の他に myoproteid 及び soluble myogen fibrin を有して居る。之等の中 myosin は肉漿蛋白質の過半量を占めるものであつて之に関する研究も多数行われ，殊に KÜHNE[1]，DANILEWSKY[2]，HALLIBURTON[3]，v. FÜRTH[4]，WEBER[5]，EDSALL[6]，B. SMITH[7] 等は之を詳細に亘つて研究して居る。然し乍ら此の蛋白質は抽出及び精製が極めて困難であり，凡変性し易く，生活細胞から之を取り出す時は或る未知の変化が起るものと考えられて居り，其の性状に関しても未だ十分に知られて居ない。筋肉中に於けるエネルギー遊離反應に就いては MEYERHOF[8] が深く研究し，筋肉の機械的運動には此の蛋白質が大きな役割を演じて居ることは疑い得ない所であるが，之を単離して其の性状を知ることは生理学上並びに各種の食品工業上に極めて重要なことであろうと思われる。

魚肉蛋白質に関する研究も近年盛んに行われて居り，此の分野も次第に明らかになつて来て居るが，著者は新鮮な魚肉より myosin を抽出して二三の物理化学的性状を研究し其の結果を得たので是を此処に報告する。

原　料　魚

此の研究に於ては秋から冬にかけて稲田より捕獲した約十尾の成長した鯉 (Cyprinus carpis LINNE) を蛋白原料として使用したが，其の中一尾は緋鯉であつた。緋鯉は鯉の変種で其の蛋白質の性状が真鯉のそれと相違するか否かは明らかで無いが一應同じものと見做して全く同様に取扱つた何れも産卵期前のもので雌雄混合して使用した。

Myosin の調製

I. 抽　出　剤

筋肉から myosin を抽出する方法としては圧搾に依つて得た肉漿から熱凝固分離するか又は塩析分離する方法もあるが[1)2)3)4)9)]，自然態の myosin の性状を研究するためには適当濃度の中性塩類溶液に依つてこのものを溶解分離するのが普通であり，EDSALL[6]，平野[10] は塩化加里一燐酸加里混合液を，B. SMITH[7] は塩化アンモニウム及び塩化リチウム溶液を，HOWE[11] は燐酸加里溶液を，近藤等[12]，波多腰[13] は食塩水を夫々用いて筋肉から myosin を溶解分離している。

著者は二三の予備実験の結果主として EDSALL 法に従い，1 規定塩化加里溶液に少量の燐酸加里を添加し，炭酸ソーダにて pH を 8.5 に保つた混合液を使用して鯉肉より myosin を抽出することに決定した。

II. 調　製　法

SAXL[9] は未変性の蛋白質を抽出する原料としては最も新鮮なものを使用する必要性を力説して居るが，同時に抽出期間内に於いても可及的に変質を防止する処置を講じ乍ら操作を行うことが大切であることは言うまでも無い。

著者は下記の如き方法を用いて myosin を抽出した。即ち捕獲直後の活きて居る鯉を十分水洗し，頭部を切断して内臓を摘出し，之を垂下して血液を流出させ，尚血管中に残留して居る血液は尾部大動脈中にガラス製小管を挿入して透明液を得るまで等張燐酸加里溶液[14] (pH 7.4) を流入し，更に少量の蒸溜水で之を洗滌した。次にナイフで之を三枚に卸し，皮を除き背側の普通肉のみを取り出し，肉挽機を二回通して細切し，やゝ大型の乳鉢で擂潰した。但し腹肉及び血合肉は使用しなかつた。此の擂潰操作は極めて丁寧に且十分に行うことが大切で，蓋し myosin は強靱な細胞と之を多数包含する筋鞘に依つて包まれて居るからである。然して此の機械的磨砕の際には摩擦熱の為に魚肉は不溶性に変化し易いので使用するナイフ，肉挽機，乳鉢等は予め冷蔵庫中にて十分冷却したものを用いる必要がある。

次に破砕した筋肉に対し約 10 倍の 1 N KCl-K_2HPO_4 混合液 (0～2°C；少量の Na_2CO_3 にて pH

8.5 に調節）を徐々に加え乍ら約 1 時間機械的攪拌を行い myosin を抽出した。抽出溶液の pH 價を弱アルカリ性に保つことは必要で，後に述べる様に pH 5.3 及びそれ以下に於ては，たとえ中性塩類が存在する場合でも抽出量は極めて低く，pH 6.0 に於ても其の量は半量以下である。然し乍ら強アルカリ性にすることは myosin を変性且つ分解させるために避けるべきである K_2HPO_4 を添加しておく時は pH 價は 8.5 以上になることは無いから安全である[6]。

十分に攪拌抽出を行つた溶液はフランネル製の濾布中で圧搾濾過して筋繊維等の粗大粒子を除いたが濾液は極めて粘稠性の強い流動体で予備実験に依れば少量の濾液を室温に放置すると約半時間で gel 化するのが見られる。EDSALL は約 1 cm のパルプ層を吸引通過させて粗大粒子を除いて居るが，このものは粘稠性が強いためにパルプ層の表面に強固な粘膜を形成し濾過は全く困難であつた。そこで著者はこれを予め冷却しておいた遠心分離機にかけて布濾しで除去されなかつた粗大粒子を遠心分離し，その上澄液を集めて更に約 2 倍量の抽出液を混和した後に約 1 cm の濾紙パルプ層を吸引通過させた。

濾液はやゝ赤味を帯びた乳白色流動体で血液蛋白質の混入が見られた。血液蛋白質は一般に myosin よりも低濃度の中性塩類溶液に可溶性で 1/10 規定附近に於ては後に述べる様に myosin は殆んど溶解しないのに反して，MELLANBY[15] に依れば血液蛋白質は大部分が溶解する。従つて濾液に対して約 1/10 規定になるまで冷却した蒸溜水を添加して静置する時は上澄液は微褐色に着色して居り，底部に白色雲状の沈澱が得られる。此の上澄液をサイフォンで除き沈澱だけを遠心分離して集め，更に多量の蒸溜水を加えて混和した水溶性蛋白質を溶解し再び靜置して上澄液を除去する時は全く白色の沈澱が得られる。この沈澱は中性塩類を少量添加する時は溶解し，多量添加する時は塩析する。かくして塩の濃度を増減させて蛋白質え沈澱又は溶解することは自由であつて，これを二回乃至三回行う時は myosin を殆んど純粋状態でとり出すことが出来る。然し乍ら溶液状態の myosin は低温に於ては安全であるが，沈澱状態のものは極めて不安定で容易に不溶性に変化するため[6]，此の状態で放置することは極力避けなければならない。

等電点並びに最低膨・塩基結合点

等電点の測定は蛋白質の性状を研究する上に重要な意義を持つものであつて，蛋白質は此の点に接近するに従つて安定度を減少し，遂に等電点に於て全く不安定となり凝固又は沈澱する。又 LOEB[16] の研究に依ると，蛋白質は等電点に於て滲透圧，溶解度，膜電位差，膨潤，粘度は極小値を示す。従つてこれらの値の測定に依つても等電点の決定は出来るが，著者は TUORILA[17]，KRUYT 及び v. WILLIGEN[18] の方法に従つて顯微鏡下に白金極を有する cuvette を置き電気泳動法で等電点を測定した。使用した蛋白質は多量の水で洗滌した myosin の懸濁質で，これを緩衝液と共に 0.5 c.c. 宛 cuvette に注入し，両極に 15 volt の直流電圧をかけて粒子の泳動する方向を顯微鏡的に観察した。電流は約 0.02 ampere であつた。但し cuvette が不備であつた爲，燐酸塩緩衝液は其の濃度を測定の都度多少変化させて電流の量を調節し，蒸気に依る蒸発を防いだが，大約 m/300 濃度であつた。而して各水素イオン濃度は比色法に依る測定と，島津製簡易 pH 測定器に依る測定とを併用して測定した。其の結果を示せば第一表の通りである。

此の表に依ると沈澱 myosin の等電点は pH 5.1～5.2 にあることが分る。沈澱蛋白質と溶解蛋白質の等電点に関しては未だ明瞭な相違のあることが報告されていないが，此処に於て測定された等電点（pH 5.1～5.2）は森等[20] が鯉より得た値（pH 5.2）と一致し，近藤等[12] が鰹，鰯より得た値（pH 5.31～5.36）よりやゝ酸性側にあり，多数の研究者[5][6][7] が家兎より得た値（pH 5.1～5.5）に一致又は近似して居る。更に此の値は後に述べる様に溶解度に対する pH 價の影響（第二表）からも推定出来る所である。

次に SALTER[21] 及び EDSALL[6] は家兎筋肉 globulin の最低膨・塩基結合点を測定し，それが

Table 1. Microscopical observation of electrophoresis of suspended myosin.

Number of precipitation	pH*	Direction of electrophoresis
II	4.7	cathode
〃	4.8	〃
〃	4.9	〃
〃	5.0	〃
〃	5.1	?
〃	5.2	?
〃	5.3	anode
〃	5.4	〃
〃	5.5	〃
〃	5.6	〃

* Controlled by the use of TEORELL-STENHAGEN'S buffer solution[19]

pH6.2～6.6にあることを報告して居り，此の点をもつて等電点に代り得ることを述べて居るが，魚肉から抽出した蛋白質に就いては未だ最低酸・塩基結合点の測定が行われたのを見ない。

著者は両氏の方法に従つて，多量の水で反復洗滌した myosin の懸濁液 10 c.c.（全 myosin 窒素 1.907 mgm. を含む）をとり，これに pH 5.9 の m/1000 枸櫞酸塩緩衝液 10 c.c. を添加し，5 分間攪拌後遠心分離し，その上澄液 5 c.c. に対して methyl red を指示薬として比色法に依り水素イオン濃度を測定した所，pH 6.1～6.2 を與えたが対照として洗滌に用いた蒸溜水だけで同様に操作したものは pH 5.9 を與え，元の緩衝液と同一の pH 價であつた。即ち多量の水で反復洗滌した未結合狀態の myosin は緩衝液の酸と結合して pH 價を 0.2～0.3 だけアルカリ側に移行させたことが判明する。然して此の値は両氏の実験と同様に myosin の最低酸・塩基結合点の pH 價を示すものである。但し此のものと等電点との関係は未詳の点が多い。

溶　解　度

疎水性蛋白質の myosin は純水又は極めて稀薄な中性塩類溶液には溶解しないが，適当な濃度の溶液には容易に溶解する。此の事に関して WEBER[9] は myosin 沈澱の膨潤に対する塩化アンモニウム添加の影響について研究し，塩化アンモニウムを添加したものは添加しないものに比較して等電点附近に於ては膨潤度は少いが，其のアルカリ性側に於ては急激に増大し，殊に溶解現象が起るのを見て居り，これが myosin と塩化アンモニウムとの結合に依る親水性の増大に依るものであると言つて居る。

著者は一定量の myosin 沈澱をとり，一定 pH 價でこれに各種濃度の塩化加里溶液を添加混合して myosin を溶解させ，これは遠心分離して上澄液の蛋白窒素量を Micro-Kjeldahl 法に依つて測定し第二表に示す様な結果を得，又別に溶解度に対する pH 價の影響に就いては一定塩濃度でこれを各種の價にし，同様に上澄液中の蛋白窒素量を測定し第三表に示す様な結果を得た。実験温度は 0～4°C であつた。

第二表の結果に依り同一 pH 價（7.2）の時は，塩化加里溶液の濃度が 1/4 規定以下の時は myosin の溶解量は僅かであるが，1/2 規定に於ては溶解度は急激に増大して其の約 80% が溶解し，1 規定乃至 2 規定に於ては完全に溶解することが判明する。即ち此の結果から考えて，myosin の抽出には 1 規定の塩化加里溶液を用いることが必要にして且十分であり，稀釈沈澱のためには 1/4 規定以下にすることが必要であると言える。

次に第三表の結果に依り塩化加里溶液の濃度が一定の時は pH 價が 7.2 から酸性側に著くに従つて溶解度は減少し然して等電点附近に於ては最低値を示すことが判る。従つて此の実験の結果から等電点を決定することも可能である。尚，等電点附近に於て得られた沈澱は室温又は冷蔵庫中に約 30 分間放置する間に不溶性化し，これを十分水洗して 1 N KCl-K_2HPO_4 混合液（pH 7.5）を多量加えても溶解しなかつた。

Table 2. Solubility of myosin in KCl solution of various concentration at pH 7.2. (at 0～4°C)

Number of precipitation	Volume of precipitation c.c.	T-S Buffer solution* c.c.	Distilled water added c.c.	KCl solution added** c.c.	Normality of mixture	mgm. of myosin-N in 2 c.c. of supernatant fluid
I	5.0	5.0	0	9.5	2.129	0.3104 ***
〃	〃	〃	2.0	7.5	1.681	0.3018 ***
〃	〃	〃	4.5	5.0	1.121	0.3075 ***
〃	〃	〃	5.5	4.0	0.897	0.2759
〃	〃	〃	6.5	3.0	0.672	0.2615
〃	〃	〃	7.5	2.0	0.448	0.2300
〃	〃	〃	8.5	1.0	0.224	0.0460
〃	〃	〃	9.5	0	0	0.0086

* TEORELL-STENHAGEN's buffer solution, 0.341 mgm. PO_4/0.5 c.c.
** 3.362 N KCl solution was used.
*** Myosin was in perfectly disolved condition.

Table 3. Effect of pH value on solubility of myosin in 1 N KCl solution. (at 0～4°C)

Number of precipitation	Volume of precipitation c.c.	T-S Buffer solution* c.c.	pH value determined**	mgm. of myosin-N in 1c.c of supernatant fluid
III	5.0	2.0	4.7	0.0259
〃	〃	〃	4.9	0.0316
〃	〃	〃	5.1	0.0201
〃	〃	〃	5.2	0.0172
〃	〃	〃	5.3	0.0259
〃	〃	〃	5.6	0.0569
〃	〃	〃	6.0	0.2414
〃	〃	〃	7.2	0.6840

* TEORELL-STENHAGEN's buffer solution, 1.366 mgm. PO_4/2.0 c.c.
** Determined by using electrometric pH determination apparatus (SHIMAZU's).

塩析に要する最低硫安量

溶解狀態にある myosin はその溶媒のイオン强度が增大する時は次第に塩析してくることが知られて居り，例えば EDSALL[4] は牝牛筋肉 globulin の燐酸加里に依る塩析は pH 7.4，0°C に於てはイオン强度 3.05，pH 6.0，0°C に於てはイオン强度 2.8 に於て夫々起ることを見て居る。又森等[20] は塩析に要する最低硫安量を 12% と報告して居る。著者も化学用最純硫酸アンモニウムを用いて此の間の消息を研究したが，硫酸アンモニウムの水溶液は微酸性であり，然もこれを蛋白質に直接加える時は蛋白質を酸沈澱させるに十分であり，又硫酸アンモニウム溶液を注加する速度に依つても生ずる沈澱の量に多少の差が出來て來るのを知つた。從つてこの種の研究に於ては，蛋白質の pH 價と硫酸アンモニウム溶液の pH 價を同一に保つて行うべきである。今一例として，緩衝液を全く含まず，微量の炭酸ソーダで pH を 7.4 にした myosin の稀薄硫酸アンモニウム溶液に 70% の硫酸アンモニウム溶液

を徐々に注加してゆく時は，13.4～14.1%に於て塩析するのが見られ，此処に生じた沈澱は直ちに水を添加して塩濃度を減少させても其の大半が不溶性のまゝ残留し，明らかに酸沈澱であることが理解される。これに対して緩衝液で pH を 7.4 に保つた myosin 溶液に，アンモニヤ水で pH を同じく 7.4 にした 60% の硫酸アンモニウム溶液を注加する時は，塩析するまでに一層多量の塩を必要とし，且，予備実験に依れば沈澱量は硫酸アンモニウム溶液を注加する方法に左右されなかつた。今その結果を示せば第四表の通りである。実験温度は 0～4°C であつた。

Table 4. Minimal amounts of ammonium sulfate required for salting out.
To exclude the effect of change of pH value, various amounts of concentrated $(NH_4)_2SO_4$ which pH had been brought to 7.4 by the addition of ammon liquor were added into myosin solution which pH had been also brought to 7.4 by the use of phosphate buffer; and centrifuged for 20 min. at 0～4°C.

Number of sample*	Percentage of $(NH_4)_2SO_4$	Remark
IV	16.5	ppt. was not obtained
〃	18.0	ditto
〃	20.8	ditto
〃	21.4	very small ppt. was obtained
〃	22.6	ditto
〃	24.0	small ppt. was obtained
〃	26.2	ditto
〃	27.9	ditto

* 81.994 mgm. N was contained in 100 c.c.

即ち pH 7.4 に於ては 21.4～22.6% に於てはじめて塩析が起つたのが見られた。

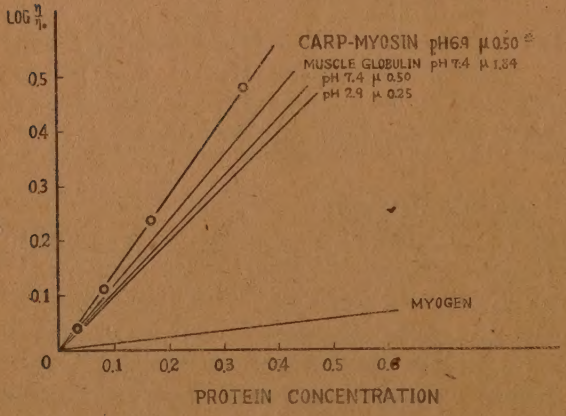


Fig. 1. The concentration of protein, measured in gm. per 100 c.c., plotted against the logarithm of relative viscosity. *Ionic strength

粘　　度

globulin 等の蛋白質は albumin 系の蛋白質に比較して一般に数倍高い粘度を有している。著者は 100 c.c. 中 0.3395 gm. の myosin 窒素を有する 1 規定塩化加里溶液に溶解した myosin 溶液に，適宜同一濃度の塩溶液を添加して蛋白質の濃度を稀釈させ乍ら，20°C の恒温水槽中で OSTWALD の粘度計を用いて粘度を測定し，且又，対照とし稀釈に使用した 1 規定塩化加里溶液だけの粘度を同時に測定して比粘度を算出し，第一図に示す様な結果を得た。尚此の図中には WEBER[5] が兎筋肉から得た myogen に対する結果と

WYMAN[22] が多くの動物から得た myosin に対する結果とを比較のために挙げてある。

即ち此の図に依り鯉肉より得た myosin は WYMAN の得た myosin よりやゝ高い粘度を有して居り，WEBER の得た myogen より，はるかに高い粘度を有して居るのが判る。而して著者の場合はこれ以上の蛋白質濃度のものは凝結現象が起きたため測定し得なかつた。

考　　察

一般に陸上動物の筋肉と水産動物の筋肉とは，外観上極めて其の趣を異にして居るが，著者が活きて居る鯉から 1 N KCl-K_2HPO_4 混合液（pH 8.5）を用いて出来得る限り変質を防ぎながら抽出した蛋白質について等電点，最低酸・塩基結合点，溶解度，塩析に要する最低硫安量及び粘度を測定して得た結果と，多くの研究者が家兎，牝牛等から中性塩類溶液を用いて抽出した myosin について上記の物理化学的性質を測定して得た結果とは極めて良く類似して居るのは興味深いことである。

此の事実より考えて著者が得た蛋白質に，v. FÜRTH の示す myosin と同一の名称を與えることは適切であろうと思われる。

要　　約

新鮮な鯉肉から分離した myosin の二三物理化学的性状に就いて研究した結果を要約すれば次の通りである。

1. 成長せる活きて居る鯉（Cyprinus carpis L.）を細切し，1 N KCl-K_2HPO_4 混合液（(pH 8.5）に可溶性の蛋白質をとり，塩析及び稀釋沈澱を反復してこれを精製する方法について述べた。
このものの溶液は乳白色粘稠性の流動体であつた。
2. 多量の水で沈澱させた蛋白質の等電点を電氣泳動法で顯微鏡的に測定した所 pH 5.1～5.2 を得たが，この値は溶解度に対する pH 價の影響について実驗した結果からも推定された。又最低酸・塩基結合点は pH 6.1～6.2 であつた。
3. 此の蛋白質は純水には液解しないが pH 7.2 に於て 1/2 規定の塩化加里溶液にはその 80% が溶解し，1/2 規定の時は完全に溶解した。然し乍ら pH 6.0 より等電点附近に於ては，たとえ塩類存在下に於ても溶解度は小さく，且つ容易に変性した。
4. 此の蛋白質を塩析するに要する最低硫安量は pH 7.4 に於て 21.4～22.6% であつた。
5. 粘度は WYMAN が得た myosin より大きく，WEBER が得た myogen よりはるかに大きかつた。
6. これらの結果を既往の文献の示す所と比較し，著者が得た蛋白質と陸上動物筋肉の myosin とは其の性状が極めて良く類似して居り，これに v. FÜRTH の所謂 myosin の名称を與えることが適切であることを論じた。

終りに臨み御校閲を賜つた大谷武夫博士に深く感謝する。

文　　献

（1） KÜHNE, W.; Archiv f. Anat. u. Physiol., 1859; Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilitat, Leipzig, 1864.
（2） DANILEWSKY, A.; Z. physiol. Chem., **5**, 158, 1881.
（3） HALLIBURTON, W. D.; J. physiol., **8**, 132, 1887.
（4） von FÜRTH, O.; Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol., **36**, 231, 1895; Z. Physiol. Chem., **31**, 338, 1901.
（5） WEBER, H. H.; Biochem. Z., **158**, 473, 1925; **189**, 407, 1927.
（6） EDSALL, J. T.; J. Biol. Chem., **89**, 289, 1930; **133**, 397, 1940.

(7) BATE SMITH, E. C.; J. Soc. Chem. Ind., **53** T, 351, 1934; **54** T, 152, 1935; Proc. Roy. Soc., (London), B 724, 136, 1937.
(8) MEYERHOF, O.; Die Chemischen Vorgänge im Muskel, Berlin, 1930.
(9) SAXL, P.; Beitr. Chem. Physiol. Pathol., **9**, 1, 1907.
(10) 平野 弘; 日本化学会誌 **63** (6), 644, 1942.
(11) HOWE, P. E;. J. Biol. Chem., **61**, 493, 1927.
(12) 近藤金助 他: 日本農藝化学会誌 **12**, 1077, 1099, 1936; **13**, 1129, 1138, 1937; **17**, 870, 1941.
(13) 波多腰ヤス; 日本化学会誌 **56**, 221, 1935.
(14) COHN, E. J.; J. Am. Chem. Soc., **49**, 173, 1927.
(15) MELLANBY, J.; J. Physiol., **33**, 338, 1905.
(16) LOEB, J.; Protein and the theory of colloidal behavior, (New York and London), 1924.
(17) TUORILA, P.; Kolloid Z., **44**, 11, 1928.
(18) KRUYT, H. R. u. P. C. van der WILLIGEN; Kolloid Z., **44**, 22, 1928.
(19) TEORELL, T. u. E. STENHAGEN; Biochem. Z., **229**, 416, 1938.
(20) 森高次郎, 浅川末三; 本誌, **12** (2), 67, 1943.
(21) SALTER, W. T.; Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., **24**, 116, 1926.
(22) WYMAN, J. Jr.; J. Biol. Chem., **89**, 304, 1930, [EDSALL] 参照

昭和二十五年一月二十日印刷
昭和二十五年一月廿五日発行
第十五巻第九號
本號定價 90 圓
(送料別)
編集兼発行者 新田忠雄
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內
発行所 日本水產學會
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內
振替口座 東京59529番
印刷者 河原義隆
東京都杉並區清水町二一七
印刷所 河原印刷株式會社
東京都中央區日本橋兜町一ノ三
電話茅場町(66)3141—9
発賣所 大日本水產會
東京都中央區月島3號地
東海區水產研究所內